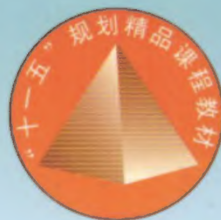


"十一五"规划精品课程教材

全国高等医药院校教材

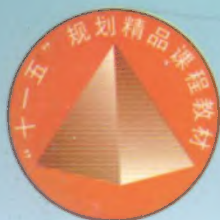
供医学影像学专业用

数字X线摄影学

主编 谭华绣 刘楚芝



世界图书出版公司



"十一五"规划精品课程教材

全 国 高 等 医 药 院 校 教 材

● 策划 李文杰 ● 责任编辑 段沐含 ● 封面设计 绝色设计



ISBN 978-7-5062-8980-1

9 787506 289801 >

定价:29.00元

“十一五”规划精品课程教材

全国高等医药院校教材

供医学影像学专业用

数字X线摄影学

主　编　谭华绣　刘楚芝

副主编　何新民　王志强　周海军

编　者（按姓氏笔画排序）

王志强（湘南学院）

刘楚芝（郴州市第一人民医院）

朱小平（张掖医学高等专科学校）

何　勤（郴州市第一人民医院）

何新民（西安医学院）

李　涛（湘南学院）

周定中（湘南学院）

周海军（郴州市第一人民医院）

胡　芳（湘南学院）

谭华绣（湘南学院）

世界图书出版公司

西安　北京　广州　上海

图书在版编目（CIP）数据

数字X线摄影学/谭华绣，刘楚芝主编. —西安：世界图书出版西安公司，2009.5
ISBN 978-7-5062-8980-1

Ⅰ.数… Ⅱ.①谭… ②刘… Ⅲ.X线摄影(诊断)—医学院校—教材 Ⅳ.R814

中国版本图书馆CIP数据核字（2009）第066626号

数字X线摄影学

主　　编　谭华绣　刘楚芝
责任编辑　段沐含

出　　版　世界图书出版公司
发　　行　世界图书出版西安公司
地　　址　西安市北大街85号
邮　　编　710003
电　　话　029-87285507,87285879,87285225(医学教材分社)
87235105(总编室)
传　　真　029-87285817
经　　销　全国各地新华书店
制　　版　新纪元文化传播
印　　刷　西安市建明工贸有限责任公司
开　　本　889×1194　1/16
印　　张　12.25
字　　数　320千字
印　　数　1~2000

版　　次　2009年5月第1版
印　　次　2009年5月第1次印刷
I S B N　978-7-5062-8980-1
定　　价　29.00元

前　言

为适应我国高等医药院校医学影像学专业教育的发展，满足教学需要，我们着手编写了这部《数字X线摄影学》。在编写的过程中，编者始终注重适应专业培养目标、学制和学时三方面的需要，教材内容不仅强调“三基”，即基础理论、基本知识和基本实践技能，还特别强调职业技能的培养，旨在使教材全面体现“思想性、科学性、先进性、启发性、适应性”的五大原则。

本教材共分7章，具体包含X线成像基础理论、数字X线摄影成像技术、数字X线摄影检查、造影检查、特殊检查及医学影像质量管理等，内容涉及面广，叙述简明，便于医学影像专业学生使用。

本教材中所用线条图由湘南学院美术系部分师生绘制，线条图编辑加工由关勇老师完成，同时在本书编写过程中还得到了湘南学院领导的大力支持，在此一并感谢。

在本教材的编写中，虽然各位编者都竭尽全力，力求符合教材的编写要求，但由于编写经验和水平有限，书中的不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正，以便改进。

编　者

2009年4月

目　录

第一章　概　述

第一节　医学影像技术及其发展 ……（1）
第二节　医学影像技术的范畴 ………（1）

第二章　X 线成像基础理论

第一节　X 线成像基本原理 …………（4）
第二节　X 线影像的密度 ……………（4）
一、影像密度的概念 ………………（4）
二、影响数字图像密度的因素 ……（5）
三、数字图像照片影像密度的标准 …（6）
第三节　X 线几何投影 ………………（6）
一、X 线束 …………………………（6）
二、X 线管焦点 ……………………（7）
三、焦点、肢体与数字探测板间的投影关系 ………………………（10）
四、被照肢体影像的放大 …………（10）
五、肢体与数字探测板的位置 ……（11）
六、影像的重叠 ……………………（11）
七、切线位 …………………………（11）
第四节　X 线数字影像的质量 ………（11）
一、数字影像的密度分辨率和空间分辨率 ……………………………………（12）
二、对比度 …………………………（12）
三、影像的模糊 ……………………（13）
四、影像的失真度 …………………（13）
第五节　X 线影像质量的评价 ………（14）
一、优质 X 线数字照片影像的质量标准 ……………………………………（14）
二、X 线数字照片影像的评价 ……（15）

第三章　数字 X 线摄影成像技术

第一节　数字 X 线成像基础知识 ……（16）
一、模拟与数字 ……………………（16）
二、矩阵与像素 ……………………（16）
三、分辨力 …………………………（17）
四、量子检出率 ……………………（18）
五、线性与非线性系统 ……………（18）
六、数字影像 ………………………（18）
七、数字 X 线影像常用术语 ………（18）
第二节　数字 X 线影像的形成 ………（20）
一、信息采集 ………………………（20）
二、量化 ……………………………（20）
三、转换 ……………………………（20）
四、显示 ……………………………（21）
第三节　数字影像的后处理 …………（21）
一、图像过滤 ………………………（21）
二、图像降噪 ………………………（21）
三、图像强化 ………………………（21）
四、图像重建 ………………………（22）
五、灰度处理 ………………………（22）
六、频率处理 ………………………（22）
七、均衡处理 ………………………（23）
第四节　数字透视 ……………………（23）
一、数字减影血管造影 ……………（23）
二、数字胃肠点片 …………………（26）
三、数字透视的缺点 ………………（27）
第五节　计算机 X 线摄影 ……………（27）
一、CR 设备的组成 …………………（27）
二、CR 的工作原理 …………………（27）
三、影响 CR 影像质量的因素 ……（29）

四、CR 的优点与不足 …………… (30)
第六节　数字 X 线摄影 …………… (30)
一、DR 的组成和技术原理 ……… (30)
二、DR 的分类 …………………… (32)
三、直接与间接方式性能比较 …… (34)
四、数字影像的优缺点 …………… (34)
第七节　PACS 简介 ……………… (35)
一、PACS 概述 …………………… (35)
二、PACS 的分类 ………………… (38)
三、PACS 的影像传输 …………… (38)
四、DICOM 协议与标准 ………… (40)
五、医学影像信息压缩 ………… (40)
六、PACS 的常用术语 …………… (40)
第八节　医用相机 ……………… (41)
一、医用相机分类 ……………… (41)
二、激光相机的构造及功能 …… (41)
三、医用热敏相机的构成及功能 … (42)
四、医用相机的主要技术参数 …… (42)
第九节　医用影像显示器 ………… (43)
一、医用影像显示器的分类 …… (43)
二、医用影像显示器的构成及功能 … (43)
三、医用影像显示器的主要技术参数 ……………………………… (44)

第四章　数字 X 线摄影检查

第一节　X 线摄影基本知识 ……… (45)
一、X 线摄影用术语和专用名词 … (45)
二、X 线摄影体表定位标志 …… (47)
三、X 线机的使用原则及使用注意事项 ……………………………… (49)
四、X 线摄影原则及步骤 ……… (50)
第二节　四肢摄影 ……………… (52)
一、投照注意事项 ……………… (52)
二、适应证与禁忌证 …………… (53)
三、上肢常用摄影体位 ………… (53)
四、上肢其他摄影体位 ………… (65)
五、下肢常用摄影体位 ………… (66)
六、下肢其他摄影体位 ………… (76)
七、摄影体位选择 ……………… (77)
第三节　胸部摄影 ……………… (78)
一、摄影注意事项 ……………… (78)
二、胸部常用摄影体位 ………… (78)
三、胸部其他摄影体位 ………… (87)
四、胸部摄影体位选择 ………… (88)
第四节　腹部摄影 ……………… (89)
一、摄影注意事项 ……………… (89)
二、腹部常用摄影体位 ………… (89)
三、腹部其他摄影体位 ………… (91)
四、腹部摄影体位选择 ………… (92)
第五节　脊柱摄影 ……………… (92)
一、摄影注意事项 ……………… (92)
二、脊柱常用摄影体位 ………… (93)
三、脊柱其他摄影体位 ………… (102)
四、脊柱摄影体位选择 ………… (103)
第六节　骨盆摄影 ……………… (103)
一、摄影注意事项 ……………… (103)
二、骨盆常用摄影体位 ………… (104)
三、骨盆其他摄影体位 ………… (107)
四、骨盆摄影体位选择 ………… (107)
第七节　头颅摄影 ……………… (108)
一、摄影注意事项 ……………… (108)
二、头颅常用摄影体位 ………… (108)
三、头颅其他摄影体位 ………… (119)
四、头颅摄影体位选择 ………… (120)

第五章　造影检查

第一节　概述 …………………… (122)
一、对比剂 ……………………… (122)
二、对比剂的临床应用 ………… (126)
第二节　泌尿生殖系统造影检查 …… (130)
一、静脉尿路造影 ……………… (130)
二、逆行肾盂造影 ……………… (132)
三、膀胱及尿道造影 …………… (133)
四、子宫输卵管造影 …………… (135)
五、乳腺导管造影 ……………… (136)
第三节　消化系统造影检查 ……… (137)
一、消化道造影 ………………… (137)
二、排粪造影 …………………… (146)

三、胆系造影 ……………………… (147)
第四节 其他系统造影检查 ………… (151)
一、神经系统造影 ………………… (151)
二、五管系统造影 ………………… (153)
三、关节造影 ……………………… (155)
四、瘘管及窦道造影 ……………… (157)

第六章 特殊检查

第一节 体层摄影检查 …………… (159)
一、体层摄影原理 ………………… (159)
二、体层成像的几个基本概念 …… (159)
三、数字合成体层成像 …………… (160)
四、曲面体层成像 ………………… (160)
第二节 眼异物 X 线检查 ………… (162)
一、眼异物 X 线检查的临床意义 … (162)
二、眼异物平片检查 ……………… (163)
三、眼异物的 X 线定位 ………… (164)
四、巴尔金定位法 ………………… (164)
第三节 软 X 线摄影 ……………… (166)
一、软 X 线摄影的基本概念 …… (166)
二、乳腺摄影 X 线机 …………… (167)
三、乳腺摄影的原理及特性 …… (168)
四、乳腺摄影的技术操作 ……… (169)
五、乳腺摄影的影像标准 ……… (170)
第四节 放大摄影 ………………… (171)
一、放大摄影原理 ……………… (171)
二、放大摄影的临床应用 ……… (171)
三、放大摄影成像质量分析 …… (171)

第七章 医学影像质量管理

第一节 质量管理概述 …………… (173)
一、质量管理的基本概念 ……… (173)
二、质量管理的目标 …………… (173)
三、QM 的实施要点 …………… (174)
第二节 影像质量标准 …………… (174)
一、X 线影像质量的评价方法 …… (174)
二、常规 X 线影像质量标准 …… (175)
三、常见部位的影像质量标准 …… (176)
第三节 影像质量保证与控制 ……… (177)
一、影像质量保证与控制的临床意义 ………………………………… (177)
二、放射技师执行的质量控制 …… (178)
附录：数字 X 线摄影体位图 ………… (181)

学习笔记

第一章 概 述

第一节 医学影像技术及其发展

医学影像技术是利用某种能量（如X线、电磁场、超声波等）与人体相互作用，将人体内部组织器官的形态、结构和某些生理功能以影像的形式表现出来，为临床诊断提供影像信息的一门学科。

自1895年德国科学家伦琴发现X线以来，至今已经历了一个多世纪的历程，X线的发现及其在医学领域的应用，从最初的放射学到现代医学影像学的形成和发展，不仅是自然科学史上的一个重大里程碑，而且在相当程度上改变了医学科学尤其是临床医学的进程，为人类疾病的诊治作出了巨大贡献。X线摄影检查作为临床上不可或缺的诊断方法之一，尤其是近40年间，伴随电子技术、计算机技术的发展和应用，医学影像技术也得到了很大的发展。自20世纪60年代X线电视的开发，从1972年开始相继出现了计算机断层扫描（CT）、数字减影血管造影（DSA）、磁共振成像（MRI）、超声（US）、发射型计算机体层扫描（ECT）、计算机X线摄影（CR）、数字X线摄影（DR）、正电子发射型计算机体层扫描（PET）等新技术，为临床提供了更直观、更早期、更具有特异性的影像诊断资料。但在20世纪80年代以前，X线摄影一直停留在普通胶片水平，由于不断提高的医疗需求，对普通X线成像技术革新的要求越来越迫切。CR是伴随着计算机应用的发展，到20世纪80年代才逐渐成熟。20世纪70年代末开始DR的研究，在影像增强器及电视系统（I.I-TV）的基础上，利用模/数（A/D）转换器使模拟视频信号数字化，实现计算机处理。随着微电子、光电子和计算机技术的发展，数字X线摄影的探测器和设备也正在加速发展，1995年出现了第一台性能优于CR的DR样机，1997年性能优越的平板探测器DR应用于临床。随着新设备、新技术不断投入临床应用，医学影像技术逐渐成为发展最迅速、科技含量最高、应用最普遍的临床检查技术之一。其今后的发展方向将主要围绕提高敏感性和特异性，减少创伤性和增加数据容积，不断改进功能信息等方面进行。在不久的将来，通过技术的不断改进、发展和提高，以及其他新技术的开发、应用和推广，医学影像技术将更好地服务于临床，服务于患者。

第二节 医学影像技术的范畴

医学影像技术的范畴是通过对医学影像系统成像原理的认识，合理利用成像系统获取符合临床诊断要求的高质量医学影像信息并进行评价和分析。具体包括：X线透视技术、普通X线摄影技术、特殊X线摄影技术、X线造影技术、数字X线摄影技术、计算机体层摄影检查技术、磁共振检查技术、超声检查技术、核医学成像技术，热成像技术的成像理论、成像过程和临床应用，以及对成像系统的评价和分析。

X线透视是一种经济、简便的检查方法，分为荧光屏透视、增强器透视和数字X线透视。其优点是可以动态观察器官的形态，并能立即得到检查结果。但影像细节显示不够清晰，不

学习笔记

能留下永久记录。缺点是病人接受的 X 线辐射剂量较大。

普通 X 线摄影亦称平片检查，其主要优点是照片影像空间分辨率较高，可以长期保存记录，便于复查对比，病人接受的 X 线剂量较少。缺点是照片仅是瞬间的固定影像，难以了解脏器的动态变化。

特殊 X 线摄影检查是指有别于普通平片检查的摄影技术。常用的有体层摄影、软 X 线摄影、放大摄影及眼内异物定位等检查方法。传统的体层摄影检查有纵断和横断体层摄影，由于 CT 检查技术的出现，目前已较少应用，但一种数字合成体层成像（digital tomosynthesis）又在发展中，这为体层成像技术注入了新的生机。软 X 线摄影是以检查乳腺疾病为主的影像检查手段，分为普通乳腺 X 线摄影和数字乳腺 X 线摄影。随着乳腺疾病的发病率上升，在此领域的研究和实践应用发展很快。放大摄影曾因其对微小病灶检出率较高，一度被广泛使用，但随着数字影像后处理技术的应用，现已很少应用。眼内异物定位在 X 线特殊摄影检查中是指利用 X 线摄影手段确定异物的存在并定位，目前已扩展到包括 US、CT、MR 等领域。

X 线造影检查是将对比剂引入脏器或其周围，因对比剂与被检脏器对 X 线的吸收差异在成像媒质上密度差别的影像，从而扩大 X 线检查范围。

数字 X 线成像技术包括 CR、DR 和 DSA 等。CR 是利用可记录并由激光读取 X 线信息的成像板（IP 板）作为载体，经 X 线曝光后由激光扫描仪读取信息经计算机处理后形成数字影像的一种成像技术，现已广泛应用。DR 是采用探测器技术将 X 线影像转换为数字影像的方法，利用平板探测器（FPD）和计算机数字化处理，经过采样、A/D 和数/模（D/A）转换，进行信号存储、图像处理和再现的数字成像技术。DSA 是利用影像增强技术和电视技术或动态平板探测器技术、计算机技术与 X 线血管造影术相结合，通过计算机数字处理将非造影影像减去，仅保留血管造影的减影影像的一种检查技术。CR、DR、DSA 都需要大量的数据计算和图像后处理，经过影像数字存储，数字传输和图像后处理，可改变对比度、灰阶、图像大小，并具有可测量面积、体积、距离和感兴趣区的密度值等优点。其不足之处是影像空间分辨率较模拟影像低。

CT 检查是由 X 线束经人体横断层面组织衰减后到达探测器，探测器将 X 线转换成相应的电信号，通过测量电路将电信号放大，经 A/D 转换器变为数字信号，计算机系统按相应的图像重建模块，对数字信号进行计算和处理，将得出的人体体层平面上器官或组织密度的数值存入计算机的存储器，然后经 D/A 转换，在屏幕上依据不同器官或组织的密度表现出不同的灰度，从而显示出人体这一层面上器官或组织密度的图像。CT 以较高的组织密度分辨力和无重叠的清晰体层图像，显著提高了临床诊断的正确率。CT 自 20 世纪 70 年代初开始在临床应用，经过多次升级换代，其性能和结构得到不断完善和提高，由最初的普通头颅 CT 到电子束扫描 CT、高档滑环式螺旋 CT（由最初的单螺旋 CT 到现在的多层螺旋 CT，到现在的 324 层螺旋 CT）现已进入平板探测器 CT 时代，极大地提高了成像速度。常用的检查技术有 CT 平扫、增强扫描、CTA 血管造影、CT 仿内窥镜技术、CT 容积扫描等。

MR 检查技术是利用原子核带有磁性及自旋的原理，通过对静磁场中的人体施加某种特定频率的射频脉冲，使人体组织中的氢质子受到激励而发生磁共振现象，当中止射频脉冲后，氢质子在弛豫过程中发射出射频信号而成像。其优点为无电离辐射，对人体安全、无创；有良好的组织分辨力；多方位成像；多参数成像，能提供丰富的诊断信息；除了能进行形态学研究外，还能进行功能、组织化学和生物化学方面的研究。MR 检查技术特别适合中枢神经系统、头颈部、肌肉关节系统以及心脏大血管系统的检查。但其应用亦有一定限度，如心脏起搏器或体内带有金属假体等磁性物质的患者和危重病人不能进行检查；对钙化的显示不如CT；常规扫描信号采集时间长，对胸腹部检查受到限制；对质子密度低的结构（如肺、皮质骨）

显示不佳，设备昂贵也是限制因素之一。磁共振检查技术近年来得到广泛的应用，是目前发展最迅速的医学影像检查技术。

US 检查技术是将超声波发射到人体内，在其传播过程中遇到不同的组织或器官界面发生反射、折射或散射形成回声，携带信息的回声经接受、放大和处理后，将图像显示在显示屏上，观察分析声像图，结合临床表现对疾病作出诊断。US 检查主要是适用于囊性、实质性脏器的大小、形态和走向的检测及心脏、大血管和外周血管的结构、功能与血液动力学的监测，同时介入超声诊断及治疗在临床也已广泛应用。US 检查的优点是无创性、信息量丰富、能反复动态观察、对小病灶有良好的分辨力，能取得各断面的图像并能及时获得结果。由于超声的物理特性，US 检查亦存在一定的局限性，对骨骼、肺和胃肠道的显示较差。

核医学成像技术又称放射性核素显像（RNI），主要利用人体不同组织对放射性核素的吸收状况不同，通过示踪剂在体内向细胞内转移的速度和数量的差异及变化产生特征图像，提供脏器的大小、形态、功能和血流量的动态测定指标，显示组织、器官的功能，测量病变范围等。核医学成像技术从早期的放射性同位素扫描仪到 γ 照相机，发展到现在的 ECT。该技术不仅能动态观察各种脏器形态、功能和代谢的变化，而且能进行体层、立体显像。ECT 分为单光子发射型计算机体层（SPECT）与 PET 两类，两者的数据采集原理不同。SPECT 已在临床广泛应用，PET 也已应用于临床。

上述影像检查技术各有所长。在达到诊断目的的前提下，应遵循简便、安全、价廉的原则，合理利用检查手段，为临床诊断提供高质量的影像信息。鉴于临床分科和成像介质特点不同等原因，本书着重介绍数字 X 线摄影技术。

学习笔记

学习笔记

第二章　X 线成像基础理论

第一节　X 线成像基本原理

X 线成像与普通光学成像有着本质的区别。根据 X 线的物理特性，当 X 线照射物体时，一部分被物体吸收，另一部分穿透了物体，即所谓“剩余射线”，此剩余射线已具有物体对 X 线吸收后的差异，或称射线对比，它照射到荧光屏上，可以激发荧光物质发出可见的荧光，显示出物体内部结构的影像，其荧光亮的部分表示该部结构密度低，如空气、脂肪等组织，对 X 线吸收少，透过的 X 线量多；黑影部分表示该部结构密度高，如金属、骨骼等，对 X 线吸收多，透过的 X 线量少。这种黑影部分表示组织密度高，亮的部分表示组织密度低的影像称为正象。荧光屏上的影像可直接观察物体内部结构，用于照射人体即医学上的 X 线透视检查，使剩余射线照射到数字采集板（CR 的 IP 板、DR 的平板探测板）经计算机数字化处理后显示的数字图像与荧光屏上的影像恰恰相反，黑影部分表示该部结构密度低，亮的部分表示该部结构密度高。以照射人体所得的数字图像，显示人体内部组织结构，用于疾病的诊断，已成为医学影像诊断工作的重要部分。为了使数字采集板采集的信息能够正确记录人体组织器官对 X 线的吸收差异，即数字图像能够以影像形态和密度，正确反映物体实际存在的情况，必须了解 X 线、人体与数字采集板间几何投影关系，以及数字采集板量子检出率与 X 线照射条件之间的关系。

第二节　X 线影像的密度

一、影像密度的概念

将处理的 X 线照片置于观片灯上，可看到黑白相间的影像。X 线直接照射的部分最黑；有对比剂或骨骼的地方，照片较透亮；肌肉、肺组织等部分呈各种灰色。照片上之所以呈现黑白不同的影像，是因为感光并被显影或数字图像经激光打印处理后银粒子在探测板上分布不均之故。

照片密度可以根据照片透光率（透明度）或阻光率（不透明度）来测量计算得出。

（一）透光率与阻光率

1. **透光率**　是指照片上某处的透光程度，在数值上等于透光强度（I）与入射光（Io）之比用 T 表示：

$$T = \frac{I}{Io}$$

T 值的定义域：$0 \leq T \leq 1$。T 值大表示照片接受的曝光量小，照片吸收光的黑色银粒子少；当 T 值为 1 时，表示照片无吸收光能的黑色银粒子，入射光全部通过照片。当 T 值小时，表

学习笔记

示照片接受的曝光量大，照片吸收光的黑色银粒子多；当T值为0时，表示照片黑色银粒子几乎将入射光全部吸收。

2. 阻光率　是指照片上阻挡光线能力的大小，在数值上等于透光率的倒数，用O表示：

$$O=\frac{1}{T}=\frac{Io}{I}$$

O的定义域：1≤O≤∝。O值大表示照片吸收光能的黑色银粒子多；当O值为∝时，表示入射到照片上的光线全部被吸收；当O值很小时，表示照片对入射光线的吸收少；当O值为1时，表示入射到照片上的光线全部通过。

（二）光学密度

光学密度亦称照片密度或黑化度，是曝光探测板经处理后在照片上形成的黑化程度，用D（density）表示。

研究发现，人眼对光强度的感觉是：当进入人眼的光强度分别为10、100、1 000……时，人感到光强度是等差级数关系，即1、2、3……。很明显，这一关系符合常用对数的数值关系，即

$$\lg 10=1 \quad \lg 100=2 \quad \lg 1\,000=3$$

因此，光学密度在数值上定义为阻光率的常用对数值，记作：

$$D=\lg O=\lg\frac{Io}{I}$$

光学密度值是一个对数值，无量纲。D值大小由照片吸收光能的黑色银粒子多少决定。银粒子沉积越多，光线被吸收得越多，照片亦越黑；反之，银粒子沉积越少，照片也就越透明。D值大小与观片灯的光亮度无关，但人眼对密度值大小的感觉，却随观片灯的光亮度而有差异。不同的密度是形成照片影像的基础。X线照片影像的密度值，可用光学密度计直接测定。

二、影响数字图像密度的因素

（一）照射量（mas）

数字图像的密度与照射量成正比。但照射量过度或不足时，相对应的密度变化小于照射量变化，这说明数字图像密度的大小不但取决于照射量，而且决定于平板探测器的量子检出率。

（二）管电压（kV）

管电压高则X线硬度大，使X线穿透物体到达平板探测器的量增多，数字图像产生的密度值增加，但数字图像密度值的增加与管电压的增加不呈线性关系。因此，在实际应用中利用照射量调节图像的密度，利用管电压控制图像的对比度。

（三）摄影距离（FFD）

X线强度的衰减与距离的平方成正比。所以，作用在平板探测器上的射线量也与摄影距离的平方成反比例关系。为了用较少的曝光条件得到较大的数字图像密度，应尽量缩短摄影距离。但缩短摄影距离将会增大影像的模糊及放大变形。因此，应在X线机容量许可的条件下，根据诊断的要求选择合适的摄影距离。

（四）平板探测器X线的量子检出率（DQE）

传统X线摄影中X线能量的利用率不高，其量子检出率仅20%~30%，而数字化X线成像系统的量子检出率都在60%以上。因此，与传统X线摄影的剂量相比，数字化X线成像系

统的剂量可降低很多。同时，利用其图像后处理功能，一次曝光所得图像数据经处理后可获得与需要改变条件和多次曝光的传统方法相同的效果，在应用上减少曝光次数可减少受检者接受的辐射量，并提高X线利用率。

（五）被照肢体的厚度、密度

数字图像的密度随被照肢体的厚度和密度的增高而降低。除肺组织外，人体各脏器的组织密度大体接近于1。

（六）数字图像的窗口技术

数字图像的窗口技术是指在所有灰度等级的全量程中显示某部分的灰阶，用以增强观察者感兴趣部分灰阶的对比度，它是通过调节窗宽（window width）和窗位（window level）来实现。窗宽表示显示信号强度值的范围。窗宽越大，图像层次越丰富，对比度减小；窗宽越小，图像层次越少，对比度增加。窗位是指图像显示过程中代表图像灰阶的中心位置。窗宽一定时，窗位越高，图像越黑；窗位越低，图像越白。除上述因素外，数字图像的密度变化与图像的窗口技术有着密切的关系，通过运用窗口技术，调节窗宽和窗位而改变观察密度。

三、数字图像照片影像密度的标准

人眼对密度的分辨能力是有限的，一般人眼对光学密度的观察能力处于0.25~2.0之间，对于过低或过高的密度值，几乎无法辨认。如果将密度过高的照片置于强光灯下，可有助于人眼对高密度值的识别。在普通观片灯下能分辨的密度值范围是一定的，适合诊断需要的部分组织脏器的照片影像密度值范围参考如下：

（1）胸部后前位片：全曝射区密度值为3.0，上中肺野密度值为1.5~1.6，肋骨密度值为0.3~0.5，纵隔区密度值为0.2~0.3。

（2）腹部平片：密度值为0.7~1.2。

（3）胃部钡餐造影片：胃黏膜密度值为0.9~1.2，胃泡密度值为1.5~1.9，对比剂充盈像密度值为0.2~0.3。

（4）四肢片：腕关节骨骼密度值为0.8~1.0，骨皮质为0.3~0.5，软组织为1.1~1.3；肘关节骨骼的密度值为0.6~1.1，骨皮质为0.3~0.5，软组织为1.0~1.3；踝关节骨骼密度值为0.5~1.2，骨皮质为0.3~0.5，软组织为1.4~1.6；膝关节骨骼密度值为0.4~1.1，骨皮质为0.6~0.8，关节间隙为0.9~1.2。

（5）脊柱片：前后位椎体密度值为0.7~1.2，上下关节突为0.6~0.8，棘突为1.1~1.2，横突为1.2~1.5；侧位时椎体密度值为0.4~0.5，软组织为0.9~1.2。

（6）头颅片：鼻旁窦腔密度值为0.5~1.4，孔道为0.9~1.1，骨组织为0.4~0.7，颞骨岩部为0.25~0.45。

一般认为密度值在0.7~1.5的照片影像，可提供最丰富的诊断信息。

第三节　X线几何投影

X线对物体的几何投影是X线投照位置的基础，本节主要讲述X线束、被照肢体和探测平板三者之间的相互位置及在X线投影下显示的图像。

一、X线束

X线管发射的X线是一束波长不等的混合射线，呈锥形放射，称X线束。

（一）中心线

X线束中心部分的射线，自靶面射出并垂直于窗口中心，故称中心线。中心线代表摄影方向。在摄影时，一般情况下中心线应通过被检查部位的中心，并与探测器垂直。

（二）斜射线

在X线束中，中心线以外的射线称斜射线。斜射线与中心线成角，角度越大，离中心线越远。在某些特殊体位摄影时可利用斜射线作为中心线摄影，以减少肢体影像的重叠。

（三）照射野

照射野是指通过X线管窗口的X线束入射到肢体曝光面的大小。X线束到达的任何一个平面的照射范围，均为X线束的照射野。与中心线垂直的照射野，中心线位于照射野的中心；不与中心线垂直的照射野平面，中心线偏于照射野平面，并与中心线成锐角的一侧。X线摄影时照射野必须包括被摄肢体，但不可超出太大。因此，应选择适当的遮线器。

二、X线管焦点

X线管阳极接受电子撞击的面积称为焦点。X线管焦点的大小除与X线机的设计有关外，还与焦点投影的方位和使用的曝光条件有关。焦点的大小是X线管成像性能的主要参量之一。

（一）概念

1. 实际焦点和主、副焦点

（1）实际焦点：X线管阴极灯丝发射的电子束经聚焦后在阳极靶面撞击的面积称之为实际焦点。X线管阴极灯丝发射的电子，在高电场作用下高速撞击阳极靶面时，因电子间库仑力的存在而相互排斥产生扩散。为解决这一问题，将阴极灯丝置于聚焦槽内，从而使撞击阳极靶面的电子束因聚焦槽的作用而聚集，使其缩小撞击面积。一般X线管的灯丝呈螺管状，所以阳极靶面上形成的电子撞击面积大体呈矩形。实际焦点的大小取决于聚焦槽的形状、宽度及灯丝在聚焦槽内的深度。

（2）主、副焦点：阴极灯丝在聚焦槽内的位置，对阴极电子流的流动及焦点的形成起重要作用。从灯丝正面发射的电子先发散，经会聚后撞击阳极靶面形成主焦点；从灯丝侧面发射的电子先发散后会聚，再发散后撞击阳极靶面形成副焦点。主焦点与副焦点共同形成实际焦点。但灯丝在聚焦槽内的深度与焦点大小有关，灯丝在聚焦槽内的深度越深，而聚焦槽的宽度越窄则聚焦作用越大，即灯丝深度大，主焦点变小，副焦点变大。理想的副焦点应处于主焦点的内侧，此时热量容易被分散，焦点大小变化不大。

2. 有效焦点和标称值

（1）有效焦点：X线管阳极靶面具有一定的倾斜角度即阳极倾角，它是阳极靶面与X线管长轴垂直面所构成的夹角，用α表示。一般阳极倾角在17°~20°之间。由于靶面的倾斜实际焦点的投影在不同方位上的大小是不一致的。这些在不同方位上实际焦点的投影称为X线管有效焦点。有效焦点的大小对X线成像质量的影响很大。作为X线管焦点成像性能的参量之一，通常我们把实际焦点在长轴垂直方向上的投影称为X线管标称有效焦点，有效焦点约为一矩形，其大小用$a \cdot b \cdot \sin\alpha$来表示。其中$a$表示焦点的宽，$b$表示焦点的长，$\sin\alpha$为阳极倾角。

（2）标称值：1982年国际电工委员会（IEC）336号出版物上阐述了用无量纲的数字（如2.0、1.0、0.6等）来表示有效焦点的大小，此数字称为有效焦点标称值，其值是指有效焦点或实际焦点宽度的尺寸，大小可以测试。由于焦点面上的线量分布是不均匀的，因此在描写焦点成像性能时又用“等效焦点”来描述。

学习笔记

（二）焦点的测试

1. 针孔照相设备成像法 是国际放射委员会与测定委员会（ICRU）规定的方法。此方法仅适用于焦点尺寸在0.3以上的焦点测试。

2. 狭缝照相设备成像法 根据国际电工委员会（IEC）336号出版物的要求，确定用狭缝照相设备成像方法测试焦点的大小。

（1）设备要求：狭缝照相设备的材料用钨、铼钨合金、铂铱合金或金铂合金等制成。

（2）测试方法：①狭缝照相设备的准直，必须使X线中心线通过狭缝入射面的中心，中心线与狭缝基准线的夹角小于或等于10^{-3}弧度（rad）；②狭缝照相设备的位置必须使狭缝入射面与焦点的距离（焦–缝距）不小于100 mm，影像放大率在规定放大倍数的±5%以内；③狭缝的方位，在测量焦点的长度时，狭缝的方向必须与X线管的长轴垂直，测量焦点的宽度时，狭缝的方向必须与X线管的长轴平行；④探测板的位置，必须与狭缝的平面平行，与X线中心线垂直。探测板与狭缝的距离（缝–片距）与焦–缝距的比值，为焦点的放大率（M）。焦点的放大率（M）必须符合表2–1规定。

表2–1 焦点狭缝照相的放大率

焦点的标称值	放大率
F≤0.6	M≥3
0.4<F≤1.0	M≥2
F≥1.1	M≥1

（3）曝光条件：按照表2–2中的规定选取曝光条件，分别摄取焦点在长度方向和宽度方向上的照片影像，规定照片的最大密度值在1.0~1.4之间。

表2–2 曝光条件

X线管标称管电压（kV）	管电压	管电流
≤75	标称电压	标称电流的50%，曝光时间为0.1秒
75~150	75 kV	同上
150~200	50%标称电压	同上

（4）焦点狭缝照片的测量：测量出焦点像的长和宽，按下式计算出焦点的长和宽：

焦点的宽=像的宽÷放大率

焦点的长=像的长÷放大率×0.7

注：焦点的长需乘以0.7作为修正，这是因为在这个方向上的线量呈单峰分布的原因。

（三）X线管焦点成像性能主要参量

X线管焦点是评价X线设备成像质量优劣的主要参数之一。描述X线管焦点成像性能的主要参量有：焦点大小、焦点的极限分辨力、焦点的调制传递函数和焦点的增涨值。

1. 焦点大小 焦点大小（F）是影响清晰度的主要因素之一。因焦点是一个有一定面积的发光源，X线影像是由物体大小（G）吸收X线后产生的本影大小（S）和几何阴影形成的半影（H）共同组成的。焦点尺寸越大，半影越大，影像越模糊。半影（又称模糊阴影）其大小可按下式计算：

$$H=F\cdot\frac{b}{a}$$

学习笔记

式中 H 代表模糊度半影大小，F 代表有效焦点大小，b 代表肢体–探测板距，a 代表焦点–肢体距离。在实际应用中，要提高影像清晰度，就必须减少半影。

2. **焦点的极限分辨力**　焦点的极限分辨力（ω）是在规定测量条件下不能成像的最小空间频率值，以每毫米中能够分辨出的线对数（lp/mm）来表示。若用星形测试卡测试时，在星形测试卡像面上出现第一个模糊带的空间所对应的空间频率值：

$$\omega=\frac{1}{2d}$$

用上式可以算出焦点的极限分辨力，d值为不能成像时星形测试卡的线径宽度，2d是测得的模糊区的一对楔条对应的弧形长。若 X 线管焦点小、焦点面上的线量分布为单峰时，极限分辨力 ω 值大，ω 值大时成像性能好；反之，若 X 线管焦点大、焦点面上的线量分布为多峰时，ω 值小。

3. **焦点的调制传递函数**

（1）定义：焦点的调制传递函数（modulation transfer function，MTF）是描述 X 线管焦点这个面光源使肢体成像时，肢体组织影像再现率的函数关系。一般情况下，在同一个空间频率值时，MTF 值大的焦点，成像性能好；MTF 值小的焦点，成像性能差。因此，焦点的尺寸越小，MTF 值越大，成像性能越好。

（2）MTF 值域范围：其最大值为 1，最小值为 0，即 0≤MTF≤1。当 MTF=1，表示成像系统的输入对比度与输出对比度相等；当 MTF=0，表示成像系统的输出对比度为 0，即影像消失。

4. **焦点的增涨值**　X 线管焦点的增涨值（B）是描述 X 线管焦点的极限分辨力随着负荷条件的改变而相对变化的量，又称散焦值或晕值。

（1）焦点增涨的观察：如果将管电压、管电流分别作为参量，可以观察到焦点尺寸的变化（如表 2–3）。

表2–3　某X线管1.0焦点的尺寸变化

管电压（kV）	管电流（mA）	焦点尺寸长（mm）	焦点尺寸宽（mm）
40	200	1.95	2.93
80	200	1.89	2.61
120	200	1.91	2.58
40	600	2.15	4.04
80	600	1.95	2.63
120	600	1.98	2.61
40	1 200	2.25	4.95
80	1 200	2.25	3.39
120	1 200	2.15	2.97

表2–4　某X线管1.0焦点随管电流的变化情况

管电流200~1 200 mA	
管电压（kV）	焦点增涨
40	70%
80	30%
120	15%

学习笔记

表2-5 某X线管1.0焦点随管电压的变化情况

管电压40~120 kV	
管电流（mA）	焦点增涨减少
200	13%
600	55%
1200	67%

从表 2-4、表 2-5 可以看出：有效焦点的尺寸随着负荷条件的变化而改变，特别是在 X 线管管电压较低时，它的大小随着管电流的大小不同而有较大的变化。在 X 线管管电压相同的情况下，管电流增大，焦点的尺寸变大，焦点的极限分辨力下降。在 X 线管管电流不变的情况下，随着管电压的增高，焦点增涨减少，尤以高毫安时更为显著。焦点的这种特性对成像质量有很大的影响。

（2）焦点增涨的原因分析：管电流增高时，灯丝附近的电子密度较大，由于电子间的库仑斥力的作用造成有效焦点增大的倾向，当毫安降低时，此倾向变小。管电压升高时，电子束向阳极靶面撞击的速度加快，该方向矢量增大，电子束向外扩散的时间较短。因此，扩散的程度亦较小；反之，则有足够的扩散时间，因而引起较大的焦点增涨。

（四）X 线管焦点的线量分布

1. 焦点的方位特性 在垂直 X 线管的长轴方向上，近阳极端有效焦点小，近阴极端有效焦点大，这一现象称为焦点的方位特性。在短轴方向上观察，有效焦点的大小对称相等。

2. 焦点的阳极效应 当阳极倾角约为 20°时进行 X 线量的测定，其结果是在平行于 X 线管长轴的方向上，近阳极端的 X 线量少，近阴极端的 X 线量多，最大值在 110°处，其分布是非对称性的，这一现象被称为 X 线管的阳极效应。在 X 线管的短轴方向上，X 线量分布是对称相等的。

因此，在 X 线摄影时应将肢体厚度大的组织放在阴极端，而需要重点观察的细微结构组织及厚度小的部位置于阳极端。

三、焦点、肢体与数字探测板间的投影关系

中心线垂直于被照肢体和数字探测板间，照射野恰能包括被照肢体时，焦点、肢体与数字探测平板三者的中心在一条直线上，才能使数字探测平板包括被检查肢体的全部投影，否则肢体或部分肢体的投影将位于数字探测平板以外。中心线对肢体投射的方向，以及肢体与数字探测平板的相对位置，决定被检查肢体在数字探测平板上投影的影像。如肢体矢状面与数字探测平板垂直，中心线从肢体的后方向前方照射时，影像为后前正位像；肢体矢状面与数字探测平板平行，中心线从肢体的左或右方向投射时影像为侧位像；若肢体矢状面与数字探测平板成一定的角度时为斜位像。

四、被照肢体影像的放大

只有平行射线垂直于肢体和数字探测平板时，影像才不会产生放大和变形，而 X 线管产生的 X 线是包含有斜射线的锥形放射线。因而，肢体在 X 线摄影时所得的影像均有不同程度的放大。X 线束中被摄物体 G 与在数字探测平板上产生的 X 线影像 S 的关系是 S 比 G 长，S 和 G 之比称为影像的放大率 M：

$$M=\frac{S}{G}=\frac{a+b}{a}=1+\frac{b}{a}$$

学习笔记

上式中 M 为放大率，G 为被摄物体的长度，S 为被摄物体所得影像的长度，a 为焦–物距，b 为物–板距。上述影像放大率的计算，是将焦点作为点光源来计算。但实际上 X 线管的焦点是有一定大小的面积，所产生的半影随影像的放大而增大。因此，X 线影像放大率主要受摄影时物–板距、焦–物距和焦点大小的影响。

当焦点面积一定时，物–板距、焦–板距与半影和放大率之间有如下关系：

（1）物–板距：由半影和放大率公式知道，物–板距与半影和放大率均成正比。因此，摄影时应将被摄物体或病灶尽量靠近数字探测板，以减少影像放大率，缩小半影。但从另一角度看，人体又是一个散射体，物–板距越小，数字探测板接受的散射线越多。因此，必须使用滤线设备减少到达数字探测板的散射线，提高影像的对比度。

（2）焦–板距：X 线束中的斜射线与中心线的夹角越小，斜射线就越靠近中心线。因而同样大小的照射野，随着焦–板距的增加，照射到数字探测板的 X 线越接近平行，肢体的放大率越小，半影也越小。但是焦–板距的加大会导致 X 线机负荷量的增大。所以，摄影时焦–板距的选择应适当，尽量选用小焦点摄影以缩小半影，提高影像的清晰度。

五、肢体与数字探测板的位置

中心线垂直于肢体，肢体与数字探测平板平行时，肢体各部放大一致，形态改变不大。当肢体与数字探测板成角时，肢体各部影像放大不一致，靠近数字探测板侧放大率小，影像清晰；远离数字探测平板侧放大率大，影像放大模糊。因此，X 线摄影时，肢体尽量贴近数字探测平板且与其平行，而获得放大一致的清晰影像，但有些部位用近的焦–板距摄影，使重叠于被照部位之上的组织更加放大模糊，从而使被摄组织影像更清晰。

六、影像的重叠

人体结构复杂，各个方向的投影都有不同程度的相互重叠影像，由于人体是分布于三维空间的立体物，而 X 线影像是分布于二维空间的平面影像，故很难避免组织器官及病灶间的影像重叠。X 线数字影像的影像重叠大体上有三种情况：

（1）大物体密度小于小物体，而且两者相差很大，在重叠的影像中可见到小物体影像，且两者的对比度较好。如肺野中的骨骼影像。

（2）大小物体密度相似且两者的密度较高时，重叠影像中隐约可见小物体的影像，但对比度较差。如膝关节正位像中的髌骨影像。

（3）大小物体密度相差很大，且大物体密度高于小物体密度，重叠影像中小物体的影像被掩盖而不显示，如胸部正位像中看不到胸骨的影像。但有时在重叠影像中也可见小物体的影像，如腹部正位像中可见到局部肠腔的气体影。

因此，在 X 线摄影过程中为了避免或减少肢体组织间影像重叠，应采取多方位、多角度摄影，合理选择摄影体位，灵活地运用中心线的投射方向。

七、切线位

X 线摄影时，被摄部位可能有自身重叠和掩盖的现象，使病灶不能清晰显示。为了某些边缘凸出、凹陷或使被摄部位表面的病灶显示清楚，将中心线从肢体被检部位的局部边缘通过，以避免病灶本身与其他部位重叠，这种摄影方法称为切线位摄影。

第四节　X 线数字影像的质量

数字 X 线成像的目的，是利用数字图像正确地反映人体内部结构的情况，用以诊断疾病。

学习笔记

X线数字摄影所得的影像是人体各种立体组织结构的平面投影，是各种组织的密度、厚度吸收X线量差异的显示。一幅良好的数字图像应能充分显示出肢体内部结构的层次，并有表现这些层次的适当密度，且能鲜明地分清层次间的密度差异。此外，影像大小、各部位轮廓及细节的边缘锐利程度、影像形态的真实等问题，则是依靠几何投影的一些因素。因此，评价数字影像质量的内容主要有以下几方面：①具有表现影像的密度分辨能力；②能分辨人体对X线吸收差异的各种对比度；③能分辨各部细节的层次；④能反映各部细节的清晰度；⑤数字影像具有最小的失真度。

一、数字影像的密度分辨率和空间分辨率

密度分辨率是指在低对比度下，图像对两种组织之间最小密度差别的分辨能力。空间分辨率是指在高对比度下，密度分辨率大于10%时，图像对组织结构空间大小的鉴别能力。常用每厘米或每毫米的线对数表示。

二、对比度

数字图像上相邻组织影像的密度差称为数字图像的对比度。X线数字摄影中数字图像的对比度，包含两个基本概念：① X线对比度是指X线通过被照肢体后形成的X线强度差异；②数字影像对比度是指数字图像上组织影像的密度和空间分辨能力。影响数字图像对比度的主要因素有X线的质和量、被照肢体本身因素及图像的后处理技术。

1. 射线因素

（1）X线质的影响：图像对比度的形成实质是被照肢体对X线的吸收差异，而物质的吸收能力与X线波长有着密切的关系。在高千伏摄影时，骨、肌肉、脂肪等组织对X线的吸收差异不大，所获得的图像对比度低；在低千伏摄影时，骨、肌肉、脂肪等组织对X线的吸收差异大，所获得的图像对比度高。为获得良好对比度的图像，可采用不同管电压进行摄影，管电压的使用范围分类如下：软组织摄影25~40 kV，普通摄影40~100 kV，高千伏摄影100~150 kV。利用40~60 kV的管电压摄影可获得高对比度的数字图像，大多用于软组织和较薄组织的摄影。高千伏摄影可获得层次丰富的影像，胸部摄影常用此法。

（2）X线量的影响：一般认为X线量对影像对比度没有直接的影响。但随着X线量的增加，影像密度增高时图像低密度部分的对比度有明显好转。

（3）散射线的影响：X线管产生的原发射线照射到人体并被人体吸收后，会产生散射线，使所获得的影像增加无意义的密度，整体发生灰雾，造成对比度降低。X线的波长越短、强度越大、散射线越多；受照射的面积越大、肢体厚度越大、散射线量越多，对影像质量影响越大。

在X线摄影中，为提高影像质量，投照较厚的肢体时，采用滤线设备以减少或吸收散射线。常用的滤线设备有：①X线束限制器（又称遮线器），在X线摄影中采用遮线器根据被摄部位的大小选择合适的照射野，以减少照射面积，从而减少不必要的原发射线，而相应的减少散射线；②滤线栅，在X线摄影中采用滤线栅直接吸收散射线。

2. 被照肢体本身因素

（1）原子序数：在X线摄影中，使用的千伏较低，被照肢体对X线的吸收方式以光电吸收为主，且随原子序数的增加而增加。人体骨骼由含高原子序数的钙、磷、氧等元素组成，所以骨骼比肌肉和脂肪组织吸收更多的X线，所形成的影像的对比度也高。

（2）密度：组织密度愈大，X线吸收愈多，人体除骨骼外的其他组织密度大致相同。肺其构成组织的密度与其他脏器相似，但因其在具有生命力时是一个充气组织，气体与血液、

肌肉对 X 线的吸收比为 1:1 000，因此肺组织具有很好的对比度。

(3) 厚度：在被摄肢体的密度、原子序数相同时，被摄肢体的厚度成为影响影像对比度的主要因素。另外，当被摄组织中出现含气空腔时也能造成组织厚度的差别，因为空气几乎对 X 线没有吸收，组织中出现气体含气空腔就等于把组织厚度减薄。

3. 图像的后处理技术　选择适当的窗口技术对图像质量的影响极大，相当于电视机的亮度和对比度调节。

因此，要获得一幅对比度较高的数字图像，必须选择合适的 X 线的质和量、采用适当的滤线设备及图像的后处理技术。

三、影像的模糊

数字图像上组织器官、解剖结构、病灶等影像边缘的不锐利，称为影像的模糊。数字 X 线摄影时，X 线照射于三维空间的物体后，通过数字采集板的传递，经计算机重建后成像于二维平面上；形成的影像既有清晰的被照肢体组织影像，也有各种因素所致的模糊影像。其中有因肢体组织厚度逐渐移行而产生的物体吸收性模糊和渗出性病灶所致的病理性模糊为非技术性影像模糊。前者是正常情况下的影像模糊，后者本身就是一种 X 线诊断信息。此外，在数字 X 线摄影中还有许多 X 线摄影技术因素所致的影像模糊。供诊断用的 X 线数字图像，应尽量减少模糊影像，使其图像上被照肢体组织的影像清晰可见，故分析影像模糊产生的原因，降低 X 线数字图像的模糊度是 X 线摄影技术的一个重要内容。影响数字影像模糊度的因素：

1. 焦点的几何性模糊（Hf）　根据几何学原理，一个理想的点光源发出的光束呈放射状，在物–板距不等于零时，对物体的几何投影只有放大而不会产生模糊。但 X 线管的实际焦点并非理想的点光源，而是一个具有一定面积的面光源。在 X 线照射野中，不同方位上的有效焦点大小不同，由不同大小的焦点所产生的几何学模糊度也不一样。由焦点产生的几何学模糊 Hf 可由下式得出：

$$Hf=F\cdot\frac{b}{a}$$

式中 F 表示焦点大小，a 表示焦–物距，b 表示物–板距。

减少几何性模糊的措施有：①尽量使用小焦点摄影；②减少物–板距或适当增大焦–物距。

2. 运动性模糊（Hm）　X 线摄影过程中，X 线管、被摄肢体和数字探测平板三者都应保持静止或相对静止。否则三者中无论哪个运动，都会使影像模糊。而运动性模糊的程度取决于体运动的幅度（m）和影像的放大率，即：

$$Hm=m\cdot\left(1+\frac{b}{a}\right)$$

由于 X 线摄影的对象是人，人体某些组织器官的生理性运动是不可避免的，因此影像就会产生运动模糊。

为了控制和减少运动性模糊，在 X 线摄影过程中应采取下列措施：①固定被摄肢体；②选择肢体运动幅度小或静止时曝光；③尽量高毫安、短时间曝光；④把被摄肢体尽量靠近数字探测平板；⑤尽可能增加焦点至数字探测平板的距离。

3. 散射线性模糊　当散射线较少时，主要表现为影像的对比度下降；当散射线较多时，不仅使影像的对比度下降，而且可造成影像边缘不锐利和细微结构模糊。

四、影像的失真度

数字图像较物体原来大小和形态的改变程度称为影像的失真度，可分为放大失真、变形

学习笔记

失真和重叠失真。引起失真的因素有：

1. **不适当的距离** 焦-板距过近或肢-板距过远都可产生放大失真。

2. **不适当的投射角度** X 线中心线、被照肢体和数字平板探测器间的角度有一定规则。常规采用被照肢体与数字平板探测器平行或关节与数字平板探测器垂直，中心线投射于被摄肢体的某定点，并有一定的投射角度。当中心线的投射角度选择不当时可造成影像的形态失真。

第五节 X 线影像质量的评价

X 线数字影像经激光相机打印后所得的照片是进行 X 线诊断的主要依据，高质量的 X 线数字照片影像对防止诊断中的漏诊、误诊，提高诊断的正确率有着重要的意义。

一、优质 X 线数字照片影像的质量标准

优质 X 线数字照片应符合 X 线诊断的要求，应能给医生进行诊断提供较为丰富的诊断信息。从 X 线摄影技术上分析，则应具备基本条件：

（一）适当的光学密度

照片的光学密度是观察照片影像的基础。单一密度的照片是一张无任何信息的照片，照片的密度过高或过低都会损失照片影像的信息。X 线数字照片密度过低的常见原因有摄影条件过低或图像后处理中窗口技术使用不当，窗宽一定时，窗位越低，图像越白，照片表现为组织影像灰白，无法辨认细微结构；反之，密度过高的常见原因有摄影条件过高或图像后处理中窗口技术使用不当，窗宽一定时，窗位越高，图像越黑，表现为照片普遍过黑，以致组织器官的轮廓或病灶的形态都难以显示。因此，只有照片的密度适当，才能反映影像细节，有利于 X 线诊断。

（二）良好的对比度与丰富的层次

为了在一张 X 线数字照片上尽量全面地显示组织结构及异常情况，同时为临床提供尽可能多的诊断信息，就必须要求照片影像具有良好的对比度与丰富的层次，并妥善处理好两者之间的关系。从本质上讲，两者均是光学密度的差异，但在有限的密度范围内，两者是相互制约的，影像对比度大，层次少；反之，层次丰富，则对比度下降。因此，根据诊断需要，同时兼顾影像的对比度和层次是十分重要的。在 X 线数字照片上之所以能够分辨出不同组织器官及病变的影像，就是因为这些结构存在 X 线密度差异，并且这种密度差异能被人眼觉察到，也就是形成了一定的对比度。在 X 线摄影中主要通过调节管电压的高低来控制影像的对比度与层次，即厚部位及致密组织选用较高千伏摄影，薄部位及软组织选用软 X 线摄影技术。若增加影像的对比度，一般采取低千伏摄影，而增加影像的层次，可适当提高摄影千伏；对一些缺乏自然对比度的组织器官或病变摄影时，可通过造影或 X 线特殊摄影方法（如软 X 线摄影等）来改善影像的对比度与层次，使影像具有更丰富的信息，以利于 X 线诊断。

总之，X 线数字照片上尽可能地显示较多人眼能识别的组织器官的影像和病变异常变化的情况是临床 X 线诊断的基本要求。

（三）尽量小的模糊度

对人体进行 X 线摄影，影像的模糊是无法完全避免的。但应尽量减少因摄影技术不良而引起的模糊度，把影像的模糊程度控制在模糊度睿智阈值内。在摄影过程中，可通过缩短曝

学习笔记

光时间、固定被检部位、使用小焦点、缩短肢–平板距离和减少散射线等一系列措施来降低影像的技术性模糊。

（四）正确的几何投影

摄影时，应注意 X 线球管、被检肢体和数字探测平板三者间的位置关系，摆放应准确，符合摄影体位的要求，尽量减少影像的失真、变形和重叠现象，以免影响诊断。

（五）无技术操作性缺陷

一张优质的 X 线数字照片不能有各种污染、药膜折痕、损伤等人为因素所致的缺陷。数字图像的后处理技术应良好、适当。

二、X 线数字照片影像的评价

随着影像技术的不断发展，新型 X 线成像系统在临床上的应用，为 X 线诊断和治疗提供了更好的图像信息。同时，X 线诊断和治疗对照片影像信息的要求也越来越高。而 X 线影像质量的评价经历了一个逐渐完善的过程，从主观评价到客观评价，发展到现在的综合性评价。

X 线影像质量的评价已成为医学影像学界的一个重要的理论和技术问题。目前对 X 线影像质量的评价方法可概括为三大类：

1. **主观评价**　通过人的视觉于检出识别过程中，根据心理学规律，在心理学水平上进行的评价，称为主观评价或视觉评价。主要有金属网格法、Burger 法、并列细线法及 ROC 曲线法。

2. **客观评价**　对导致医学影像形成的密度、锐利度、对比度、颗粒度及整个成像系统的信息传递功能，以物理水平进行的评价，称客观评价。主要是运用摄影条件（X 线散参量、kV、mA、s 的输出）、特性曲线、响应函数、颗粒度的均方跟值（RMS）、维纳频谱（WS）、量子检出率及效噪声量子数进行评价。量子检出率就是成像系统中输出信噪比的平方与输入信噪比的平方之比。

3. **综合评价**　以诊断学要求为依据，以物理参数为客观手段，再以能满足诊断要求的技术条件为保证，同时充分考虑减少辐射量的评价方法，称为综合评价。

学习笔记

第三章 数字 X 线摄影成像技术

第一节 数字 X 线成像基础知识

一、模拟与数字

(一) 模拟相关概念

在信息科学中，能够计数的离散量称为数字信号，不能计数的连续量称为模拟信号。模拟是以某种范畴的表达方式如实地反映另一种范畴。例如，地球围绕着太阳不停地旋转，地球与太阳之间的距离随时间而连续地变化，这种连续变化的信号就是一种模拟信号，也称为模拟量。

在 X 线摄影范围内，照片记录或显示的是从几乎完全填满（白色）到几乎不透明（黑色）的一个连续的灰阶范围。它是 X 线透过人体内部器官的投影，这种不同的灰度差别，即为某一局部所接受的辐射强度的模拟。从另一角度讲，就是相应的成像组织结构对射线衰减程度的模拟。由此不难理解传统 X 线透视荧光屏影像、普通 X 线照片及 I.I–TV 影像，均是由模拟量构成的图像，即模拟影像。这些图像画面的像点在二维坐标系中是连续变化的，同时其密度（或亮度）值也是无限稠密的。换句话说，模拟图像在水平和垂直方向上的像点位置变化，以及每个像点位置上的密度（或亮度）变化都是连续的。

(二) 数字相关概念

若在一个正弦（或非正弦）信号周期内取若干个点的值，取点的多少以能恢复原始信号为依据，再将每个点的值用若干位二进制数码表示，这就是用数字量表示模拟量的方法。将模拟量转换为数字信号的介质为模/数（A/D）转换器，把模拟量（如电压、电流、频率、相移、位移、脉宽、转角等）通过采样转换成离散的数字量，该过程称为数字化。

转换后的数字信号送入计算机图像处理器进行处理，重建出图像，该图像称为数字化图像，或者说数字化图像完全是以一种规则的数字量的集合来表示的物理图像。由此可见，数字影像是将模拟影像分解成有限个小区域，每个小区域中影像的平均值用一个整数表示，即数字化图像是由许多不同密度的点组成的，每个点内的密度是一均值。

(三) 模拟与数字互换

模拟信号可以转换成数字信号，同样数字信号也可以转换成模拟信号，两者是可逆的。将数字信号转换成模拟信号需要使用 D/A 转换器，它能把离散的数字量转换成模拟量。因此，一幅图像可以有两种表现形式，即模拟方法和数字方法。

二、矩阵与像素

(一) 定义

1. **矩阵** 矩阵（matrix）是一个数学概念，它表示一个横成行、纵成列的数字方阵。矩阵是由纵横排列的直线相互垂直相交而成，一般纵行线数与横行线数相等，各直线之间有一定

学习笔记

的间隔，呈栅格状，一个栅格就是坐标中的一个点（x，y），其实它只是一个数学概念。数字成像就是根据每一个栅格所接受到的X线剂量的多少而将每一个栅格赋予不同的数值，有这些不同的数值构成的二维图形被称为数字矩阵。矩阵有影像矩阵（image matrix）和显示矩阵（display matrix）之分。影像矩阵指CT重建得到的影像或CR、DR采集到的每幅影像所用矩阵，显示矩阵是指显示器上显示的影像矩阵。常用的矩阵有320×320、512×512、1 024×1 024等。

2. **像素** 数字矩阵中的每一个栅格单元称为像素（pixel），是数字图像的基本构成单位。像素是一个二维概念，其大小可由像素尺寸表示，如100 μm×100 μm。每一个像素的密度为均一值，像素结构中的平均密度决定其灰度值，由二进制的位数表示，如10 bit、12 bit、16 bit等，它直接影响图像的密度分辨力。

（二）矩阵与像素的关系

数字图像是用阵列表示的图像，该阵列中的每一个元素称为像素，像素是组成数字图像的基本元素。数字图像是由有限个像素点组成的，构成数字图像的所有像素构成了矩阵。矩阵大小能表示构成一幅图像的像素数量多少。矩阵与像素大小的关系，可由下述公式表示：

重建像素大小=视野大小/矩阵大小

从公式可知：视野不变，矩阵越大，像素数目越多，像素尺寸变小，图像的空间分辨率不断提高，但密度分辨率会逐渐下降；矩阵不变时，视野增大，像素尺寸随之增大，图像的空间分辨率逐渐下降，但密度分辨率会不断提高。

（三）矩阵、像素与图像的关系

数字图像是将一幅图像分成有限个被称为像素的小区域，每个像素中的灰度值用一个整数来表示。图像矩阵是一个整数值的二维数组。

图像矩阵的大小一般根据具体的应用和成像系统的容量决定，一幅图像中包含的像素数目等于图像矩阵与列数的乘积。

如果构成图像的像素数量少，像素的尺寸大，可观察到的原始图像细节较少，图像的空间分辨力低；反之，像素数量多，图像的空间分辨力高。描述一幅图像需要的像素数量是由每个像素的大小和整个图像的尺寸决定的。在空间分辨力一定的条件下，图像大比图像小需要的像素多，每个单独像素的大小决定图像的空间分辨力。若图像矩阵的大小固定，视野增加时，图像的空间分辨力降低。

灰度级数影响数字图像的密度分辨率。计算机处理和存储数字图像采用的是二进制数，ADC将连续变化的灰度值转化为一系列离散的整数灰度值，量化后的整数灰度值又称为灰度级（gray level）或灰阶（gray scale）。量化后的灰度级的数量由2的N次方决定，N是二进制数的位数，成为位，用来表示每个像素的灰度精度。

三、分辨力

1. **时间分辨力** 又称动态分辨力，是指成像系统对运动部位成像的瞬间显示能力。时间分辨力越高，对动态组织器官的成像显示能力越强，影像越清晰。

2. **密度分辨力** 又称低对比分辨力，是从影像中所能辨别密度差别的最小极限，是对影像细微密度差别的辨别能力。密度分辨力常以百分比（%）表示。

3. **空间分辨力** 又称高对比分辨力，是从影像中可辨认的组织几何尺寸的最小极限，是对影像空间细微结构的辨别能力。它是表示一幅图像质量的量化指标，常用毫米（mm）单位距离内的线对数(lp/mm）或单位距离内的像素数(pixels/mm）等表示。

学习笔记

四、量子检出率

量子检出率（detective quantum efficiency, DQE）是将 X 线输入信号转换成有用输出信号的效率。其定义为：

DQE=输出信噪比平方/输入信噪比平方

DQE 与影像质量和照射剂量有关，如果提高系统的 DQE，则该系统在相同的 X 线剂量下所获得的影像质量得以提高；或降低 X 线剂量能得到高 X 线剂量相同的影像质量。因此，系统 DQE 的提高，不但能提高影像质量，而且还能降低辐射剂量。

五、线性与非线性系统

如果一个系统既能满足叠加性，同时又能满足齐次性，则这个系统就称为“线性系统”；否则为“非线性系统”。

1. 叠加性 指几个激励［X（t）］同时作用于系统时，系统的响应［Y（t）］等于每个激励单独作用所产生的响应之和。

若：$X_1(t)=Y_1(t)$； $X_2(t)=Y_2(t)$

则：$X_1(t)+X_2(t)=Y_1(t)+Y_2(t)$

2. 齐次性 指若系统的输入乘以常数，则系统的输出也乘以相同的常数。

若：$X(t)=Y(t)$

则：$a\cdot X(t)=a\cdot Y(t)$

在数字成像系统中，其线性是指成像系统在整个光谱范围内得到的信号与真实影像的光强度是否呈线性关系，即得到的影像与真实影像是否能够真正吻合。人眼对光的感应为对数关系，对细微改变不能察觉。而 CR 系统，在 1:10 000 的范围内具有良好的线性关系，非线性度小于 1%。因此，CR 系统具有良好的线性关系。

六、数字影像

X 线摄影，模拟信息经图像采集系统 A/D 转换形成数字信息，再经计算机重建处理而形成的影像称“数字影像”。数字影像是由许多不同密度的点（像素）组成，点与点之间的密度是不连续的，影像被分解成无数个小区域，每个小区域中的像密度的平均值是一个整数。

从应用角度分析，数字图像与传统的模拟图像相比，数字图像具有更多的优势：

1. 数字图像的密度分辨率高 屏/片组合的密度分辨率只能达到 2^6 灰阶，而数字图像的密度分辨率可达到 2^{10}~2^{12} 甚至 16 位灰阶。虽然人眼对灰阶的分辨能力有一定的限度，但因数字图像可通过调节窗宽、窗位、转换曲线等技术，使全部灰阶分段得到充分显示，从而扩大了密度分辨率的信息量。

2. 数字图像可进行后处理 图像后处理是数字图像的最大特点。只要保留原始数据，就可以根据诊断需要，通过软件功能对图像进行有针对性的处理，从而提高诊断率。

3. 数字图像的存储、调阅、传输或拷贝更加方便 数字图像可以存储在磁盘、磁带、光盘及各种记忆卡中，并可随时进行调阅、传输。可通过网络实现远程会诊。

七、数字 X 线影像常用术语

（一）原始数据

由探测器即 X 线接收器接收到的信号，经放大后再通过 A/D 转换所得到的数据称为原始数据（raw data）。

（二）影像数据

影像数据（image data）是重建后某幅图像的数据。对于CT而言，是层面影像各像素的CT值；对CR、DR而言，是构成图像的矩阵中每一个像素点的值。

（三）重建

用原始数据经计算机计算而得到影像数据的过程称为重建（reconstruction）。重建是一个相当复杂的数学过程。重建一般采用专门的计算机来完成，它受主控计算机的控制。

（四）采集时间

采集时间（acquisition time）指获取一幅图像的原始数据所需要的时间。

（五）重建时间

重建时间（reconstruction time）是指计算机用原始数据重建成影像数据矩阵所需要的时间。重建时间与重建矩阵的大小和比特值有关，重建矩阵大或比特值大，所需的重建时间要长。同时又受计算机的运算速度与内存容量的影响。

（六）滤波函数

滤波函数又称重建算法，是指CT影像重建时所用的数学处理方法。重建算法不同，得到的影像效果不同。

（七）噪声

在X线数字成像中，影像上观察到的亮度水平中随机出现的波动称为噪声（noise）。表现在图像上大致可以分为两种典型的图像噪声，一类是噪声的幅值大小相同，但出现的位置随机，这类噪声属于椒盐噪声；另一类是图像中的每一点都存在噪声，但噪声的幅值大小随机分布，这类噪声属于高斯噪声。

（八）信噪比

信号强度与噪声强度的比值简称为信噪比（signal-noise ratio, SNR），SNR是评价影像质量的指标之一。在实际信号中一般都包含有两种成分，既有信号又有噪声，噪声是无处不在的。用来表示有用信号强度与噪声强度之比的参数称为“信号噪声比”。SNR越大，噪声对信号的影响越小，影像质量越好；反之，SNR越小，噪声对信号的影响越大，影像质量越差。

（九）灰阶

在照片或显示器上所呈现的黑白图像上的各点表现出不同深度灰色。把白色与黑色之间分成若干级，称为“灰度等级”，表现的亮度（或灰度）信号的等级差别称为灰阶（gray level）。

（十）比特

比特（bit）是信息量的单位，在二进制中，一位二进制所包含的信息量成为1比特。比特值的大小决定着图像的密度分辨率，比特值越大，密度分辨率越高，但不是唯一因素。密度分辨率还受其他因素影响，如信噪比等。

（十一）伪影

伪影（aliasing artifact）系指在成像过程中产生的错误图像特征。伪影是附加在正常图像上的异常影像，它会干扰对正常图像的判断，是影响图像质量的重要因素。

学习笔记

（十二）模/数转换和数/模转换

A/D转换是把模拟信号转换成数字的形式。即把连续的模拟信号分解成为彼此分离的信息，并分别赋予相应的数字量级，此过程为A/D转换。完成这种转换的元件称A/D转换器。

D/A转换实际是A/D转换的逆转。它把二进制数字影像转变为模拟影像，即形成视频影像显示在显示器上，此过程称D/A转换，完成这种转换的元件称D/A转换器。

第二节 数字X线影像的形成

数字X线影像的形成过程，归纳起来，大体都要经过信息采集、量化、转换和图像显示的过程，这四个过程连续进行，难以截然分开。

一、信息采集

信息采集的第一步是X线曝光或扫描，透过被照体载有的影像信息的X线被辐射接收器件（成像板、平板探测器、CCD阵列等）接收，将收集到的模拟信号通过A/D转换器转换成数字形式，与此同时将图像分割成若干个小单元，这种处理称为空间采样，简称采样。

采样实质上就是指按一定间隔将图像位置信息离散地取出的过程，也就是对输入的模拟信号在一定时间上按一定间隔取出的振幅值。采样将模拟信号分解成离散分布的样本值信号。相邻两个采样点之间的间隔称为采样间隔，对大小相同的图像而言，采样间隔越小，图像的像素越多；同时，单个像素的面积越小，图像空间分辨率越高，越能准确地表现原图像，但信息容量也增加。

当采样间隔大于采样点大小时，采样点排列不连续，图像噪声增加；当采样间隔小于采样点大小时，图像噪声特性得以改善，但模糊度增加。

图像采样的空间相似居住对象必须保证采样后的数字图像能不失真地与原始图像信息相同。对原始图像信息采样时，所采样频率必须为原始图像信息中所包含的最高频率的2倍以上，即满足“采样定理”。例如，对10 kHz频率成分的信号，采样频率必须在20 kHz以上，否则就会出现混叠伪影，数字信号就不能忠实地反映原始图像信息。

二、量化

量化是指将连续变化的灰度或密度等模拟信息，转化成离散的数字信息的过程，也就是在振幅方向上用适当间隔将被测样本的信号分配到邻近规定值中的过程。采样将图像分解成时间、空间上离散分布的像素，但像素的值仍是连续值。量化后的信号数值为整数值，其所取得数值决定该数字图像的灰度值，并且与原始信号的强度成正比，灰度值的总和称为灰阶。

对灰阶显示程度的要求是以人眼分辨微小密度差别的能力为根据的，通常要求噪声小，信噪比高的成像系统能达到12 bit（4 096灰阶）。

量化的级数越多，数字化过程带来的误差就越小，信号表现能力越高，但图像数据量增加；反之，量化的级数越少，量化过程的误差就越大，可出现轮廓（pseudo contour）状伪影。

三、转换

模拟信号经采样与量化处理后被转换为数字信号，采样过程决定了数字图像的空间分辨率，量化过程决定了数字图像的密度分辨率。

采样与量化都需要借助A/D转换器来完成，X线探测器读取后的数字信号比较微弱，需经过放大增益，再输入到A/D转换器进行信号转换，因此，A/D转换器是实现数字化的核心部件。

学习笔记

四、显示

对采样与量化后得到的数字信号立即进行数据处理，由计算机重建出一幅图像，再经计算机输出，在显示器上显示或经激光相机打印出来，同时将接受到的图像数据进行本地存储，以备随时调用、显示或重建。

第三节　数字影像的后处理

当数字图像数据在计算机存储器中存储后，就可以对它们进行各种后处理。对图像数据处理的作用是提高图像在空间分辨率、锐利度、对比度和信噪比等方面的视觉效果，向观察者传送最大的信息量。

一、图像过滤

数字图像可以通过后处理得到不同效果的图像，这是一个使用滤波函数对图像进行处理的数学运算过程。选用不同的滤波器可得到不同效果的图像。

二、图像降噪

CR 影像上的噪声主要包括 X 线量子斑点噪声、光激励发光噪声、成像板结构噪声、电子噪声、激光功率噪声和量子噪声。在低剂量曝光条件下，最显著的噪声源是 X 线量子噪声和光激励发光噪声，后者主要是由影像读出处理过程中的激励发光量子的统计涨落造成的。

滤波的基本方法包括均值滤波和中值滤波。

1. **均值滤波**　是指对处理的当前像素选择一个模板，该模板由其近邻的若干像素组成，用模板中像素的均值来替代原像素的方法。均值滤波对高斯噪声的滤波效果好，但对椒盐噪声的滤波效果不是很理想，其原因是与椒盐噪声的幅值分布基本相同，统计意义上的噪声均值不为零有关。

2. **中值滤波**　是基于排序统计理论的一种能有效抑制噪声的信号处理技术，它的运算核心是将模板中的各个像素值由小到大进行排序，取排在中间位置的数据作为最终处理结果。这样，一个变异很大的像素值就会在排序时落在两边而被忽略掉。因为椒盐噪声只在图像中部部分点上随机出现。从中值滤波原理可知，通过数据排序方法，将图像中未被噪声污染的点替代噪声点的值的概率较大。因此，中值滤波方法对椒盐噪声抑制效果好。而高斯噪声是以随机大小的幅值污染所有的点。因此，无论怎样进行排序选择，得到的总是被污染的值，所以中值滤波对高斯噪声的滤波效果不是很理想。

三、图像强化

所谓图像强化，是指通过将图像上重要的内容突出强化，同时将不重要的内容进行抑制，以达到改善图像质量的方法。换句话说，就是通过对重要内容的增强和不重要内容的抑制获得清晰的图像显示效果。

如果选定了一个小的滤过尺寸，那么相对于中、低频影像成分来说，所有的高频信号成分就会得到强调。如果滤过尺寸比较大，中等频率的成分将会被增强。如果选择中等尺寸的滤过核，就会增强血管和小结节等一些较大的影像结构。

小的滤过尺寸适用于提高影像的锐利度和微细线性细节的可视度，但同时也激化了噪声谱的高频部分，形成一种典型的细密纹理的外观。中等滤过核增强的缺点是掩盖没有轮廓增强的病理改变，如肺结节。滤过核尺寸较大时，较大的低对比物体有被抑制的风险。

学习笔记

四、图像重建

图像重建是指运用一定的数学计算方法，将含有人体组织信息的一维数据转变成图像矩阵的过程。

重建方法是图像重建时所采用的一种数学计算程序。其运算方法有多种，如反投影法、分析法——傅立叶反演法、滤波反投影法、卷积投影法和二维傅立叶变换法等。

不同的数字成像设备采用的计算程序也各不相同，前四种重建算法在CT和MRI中应用较多，而二维傅立叶变换法（ZDFT）图像重建法为MRI所特有。在实际应用中，采用的算法不同，所得到的图像效果亦有很大差别。

五、灰度处理

主要用来改变影像的对比度、调节图像的整体密度。在FCR系统中，它以16种谐调曲线类型（GT）作为基础，以旋转量（GA）、旋转中心（GC）和移动量（GS）作为调节参数，来实现对比度和光学密度的调节，从而达到图像的最佳显示。

1. **谐调曲线类型**（gradation type, GT） 谐调曲线是一组非线性的转换曲线，它的选择就像选择X线探测板不同的r值一样，针对不同的部位有不同的配置。实际应用中，针对不同摄影部位的密度和对比度差异，CR系统相对应地匹配不同的转换曲线，以获得最佳图像效果。

2. **旋转中心**（rotation center, GC） 为谐调曲线的中心密度，它的值依照医学影像的诊断要求在FCR系统中设定为0.3~2.6。

3. **旋转量**（rotation amount, GA） 曲线的旋转主要用来改变影像的对比度。旋转量有一定的数值范围，GA越大，对比度越大；GA越小，对比度越小。当GA=1时，表示所选择的谐调曲线无对比度变化。实际应用中，GA总是围绕着GC进行调节。

4. **谐调曲线移动量**（gradation shift, GS） GS用于改变整幅影像的密度。降低GS值即曲线向右移就会减少影像密度，增加GS值即曲线向左移就会增加影像密度。

六、频率处理

空间频率处理技术是一种边缘锐化技术，它通过对频率响应的调节突出边缘组织的锐利轮廓。在传统的屏-片系统中，频率越高，频率响应却越小。但在CR系统中是根据图像显示效果的需要来控制频率的响应。比如，提高影像频率成分的频率响应，那么就增加了此部分的对比。决定空间频率的响应程度有频率等级（RN）、频率增强（RE）和频率类型（RT）。

1. **频率等级**（frequency rank, RN） 即对空间频率范围的分级。

（1）低频等级（0~3） 用于增强大结构，如软组织、肾脏和其他结构器官的轮廓。

（2）中频等级（4~5） 用于增强普通结构，如肺部脉管和骨骼轮廓线。

（3）高频等级（6~9） 用于增强小结构，如微细骨结构、肾小区等。

2. **频率增强**（degree of enhancement, RE） 用以控制频率的增强程度。

3. **频率类型**（frequency type, RT） 用以调整增强系数，控制每一种组织密度的增强程度。

在某些图像处理中，为了充分显示正常组织和病变的结构，往往是将灰阶处理和空间频率处理结合起来应用。如较低的GA与大的空间频率增强结合产生的影像可以覆盖较宽的信息范围，并使器官组织的边缘增强，用于显示软组织。

学习笔记

七、均衡处理

对比度均衡主要是为了提高微细强度差异的可察觉性，同时也降低了较大差异的幅度。对比度均衡可用于任何尺寸大小的区域，并无统一的标准。因此，最适合于上述增强技术的影像表现应该提供多个空间尺度的局部强度变化，例如：小波变换或拉普拉斯变换。

在边缘增强时，对小区域进行操作，而在动态范围压缩时要涉及大的区域。噪声减少主要影响小尺寸的区域，但对比度下降的程度依赖于对影像的局部统计。

第四节　数字透视

在数字X线成像技术中，数字透视（DF）难度相对较低，容易实施。DF的实质是将影像增强器——电视系统的视频输出信号转换成数字信号后输入到计算机，经计算机重建后成数字图像，然后再经D/A转换器转换成模拟信号后，重新显示在视频终端（显示器）上。其主要组成部件有影像增强器、电视摄像机、A/D和D/A转换器、计算机、显示器等。数字透视是X线影像数字化过程中应用较早的技术，如DSA、数字胃肠点片（digital spot imaging, DSI）等。数字透视系统有存贮固定影像的功能，存贮后的影像，可以任意调出其中一幅图像，在无X线辐射条件下进行诊断。

一、数字减影血管造影

DSA是电子计算机、X线常规摄影和血管造影相结合的一种新的检查方法，是20世纪80年代兴起的一项医学影像技术，国内现已广泛应用于临床。DSA是影像增强技术、电视技术和计算机技术相结合的产物。

（一）DSA成像系统

DSA成像系统主要包括：X射线系统（X线球管、高压发生器、控制台）、数据采集系统（影像增强器或平板探测器）及计算机系统。

1. X射线系统　X射线球管必须具有大功率（50~100 kV）、高热容量、高千伏、短脉冲、30帧/秒以上的影像、曝光时间在0.04~0.2秒。高压发生器必须具有大功率（50~100 kV），主要产生平稳、恒定的高压，以保证曝光量的稳定。

2. 数据采集系统

（1）影像增强器型影像采集系统：影像增强器是DSA成像系统的X射线检测器，具有很高的光敏度，显像速度应大于30帧/秒；摄像机又称电视摄像系统，是DSA成像系统对影像分辨率影响最大的部分。DSA成像系统应配备高分辨率的电视摄像机，才能将影像增强器上的影像转换成视频信号输入影像处理系统。

（2）平板探测器型影像采集系统：平板探测器是该系统的重要部分，其功能相当于影像增强器，包括一个芯片，由三层结构组成（碘化铯、不定形硅二极管阵列和电信号读出），直接将X射线光子转换成数字信号，像素小至154 μm，图像矩阵2 480×1 920，空间分辨率高达3.25 lp/mm，不论透视还是摄影所采集的图像都非常清晰，与传统的影像增强器比较，全数字的处理流程意味着真正意义上的无损失图像信息转换和传送。在采集和显示中显著地减少图像的伪影和失真，而产生的常规无放大的高分辨率图像与影像增强管的放大图像相同，每个光电二极管的亮度分辨率达14比特，从而带来极佳的动态范围和细节图像，保证清晰显像。

3. 计算机系统

（1）计算机控制系统：保证按时序完成各项动作，即开关的启动、切换、X射线的发生、

学习笔记

曝光条件的稳定、影像采集与曝光的同步、控制造影的起始、高压注射器的启动、完成信号的接收和数字转换器的启动等。

（2）计算机图像处理系统：数据采集系统采集的数字信号输入计算机中央处理器中进行运算处理，然后将处理后的数据经D/A转换器，将数字化的减影影像输入存储器中保存或将其变为视频信号显示于监视器上完成减影过程。

（二）DSA的原理

DSA是利用数据采集系统首先将透过人体已衰减的未造影影像的数字信息储存起来。再把造影影像的数字信息与未造影影像的数字信息相减，除去对比剂以外的所有影像在造影前后无任何变化，相减时被消除，使浓度很低的造影剂所充盈的血管在减影图像中显示出来，具有较高的图像对比度。随着计算机数字图像处理技术的日趋成熟，数字图像减影显示出巨大的优越性。数字图像减影技术不依赖探测板，可捕捉到比探测板摄影的密度层次更丰富的信息，数字图像减影技术可采用灵活的减影方式及复杂的图像处理方法。数字图像减影技术已不只限于血管造影（静脉造影和动脉造影），目前发展到数字关节造影、数字喉腔造影、数字脊髓造影、数字乳腺造影、数字脾门静脉造影、数字内窥镜逆行胆胰腺造影等多种应用。

（三）DSA的基本方法

DSA有三种基本方法：时间减影、能量减影、混合减影。

1. 时间减影 是DSA的常用方式，在注入的对比剂进入兴趣区之前，利用计算机技术采集一帧图像存在存储器内，作为掩模（mask），也称蒙片。它与时间顺序出现的含对比剂的充盈像一一进行相减，这样两帧间相同的影像部分被消除，而对比剂通过部分被显示出来。因造影像和蒙片像两者获得的时间先后不同，故称时间减影。根据减影所用的mask像和充盈像的帧数、时间不同，时间减影又分为以下几种方式。

（1）常规方式（normal mode）：取mask像和充盈像各一帧，然后相减。有手动和自动两种选择。这是最早采用的时间减影方式。

（2）脉冲方式（pulse mode or serial mode）：为每秒进行数帧摄影，采用间歇X线脉冲曝光，持续时间（脉冲宽度）在几毫秒到几百毫秒之间。在对比剂未进入造影部位前和对比剂逐渐地扩散过程中对X线影像进行采集和减影，最后得到一系列连续间隔的减影影像。其特点为一连串单一的曝光，射线剂量较强，获得影像的信噪比较高，是一种被普遍采用的方式。这种方式主要适用于活动较少的部位，如脑、颈、盆腔等。

（3）超脉冲方式（super pulse mode）：是在短时间内进行6~30帧/秒的X线脉冲摄像，然后逐帧高速重复减影，具有脉冲频率高、脉宽窄的特点。主要用于快速运动的器官，如心脏、大血管等。

（4）连续方式（continuous mode）：连续方式与透视一样，X线机连续发生X线照射，获得与电视摄像机同步，25~50帧/秒的连续影像信号。类似于超脉冲方式，以电视视频速度观察连续的血管造影过程或血管减影过程。在透视状态下，X线管的管电流低仅有2 mA左右，但散射线较多，影像信噪比低，即使通过增加对比剂浓度来增加血管的影像密度，也难以满足DSA高信噪比原始影像的要求。主要用于快速运动的器官，如心脏、大血管等。单位时间内影像帧数多，时间分辨率高。

（5）时间间隔差方式：前几种减影方式都以未注入对比剂的影像作mask像，用含对比剂的序列影像为充盈像进行减影。而时间间隔差方式mask像却不固定，顺次随机将帧间影像取出，再与其后一定间隔的影像进行减影，从而获得一个序列的差值影像。其特点是mask像

时时变化，边更新边重复减影处理。由于该方式两帧影像的时间间隔小，因此，能增强高频部分的变化，降低由于患者活动造成的低频影响。这是由于低频部分在较短的时间内影像变化较少，在进行减影时被 mask 像减去所致。主要用于心脏、大血管等快速运动的器官，而且能消除心脏等周期性活动的脏器由于相位差造成的运动性伪影。

(6) 路标方式 (road map mode)：为介入放射学安全、迅速地插管创造了有利条件。具体操作是：先注入少许对比剂后摄影，再与透视下的插管做减影，形成一幅血管减影影像，作为一条轨迹，并重叠在透视影像上，因此可以清晰地显示导管的走向和尖端的具体位置，使操作者顺利地将导管插入兴趣区。主要用于一些选择性或超选择性的 DSA 检查，如冠脉、肾动脉造影检查等。

(7) 心电触发脉冲方式 (EGK mode)：心电触发 X 线脉冲与固定频率工作方式不同，它与心脏、大血管的搏动节律相匹配，以保证所有的影像与节律同相位，释放曝光的时间是变化的，以便掌握最小的心血管运动时机。因其避免了血管搏动产生的边缘模糊，所以影像频率很低时可获得高对比度和高分辨率的影像，主要用于心脏、大血管的 DSA 检查。

2. 能量减影 又称 K-缘减影，即进行兴趣区血管减造影时，几乎同时用两个不同的管电压进行摄影，获得的两幅图像进行减影，由于两幅图像是利用不同的能量摄制的，故称能量减影。其减影原理是：利用碘与周围组织对 X 线的衰减系数，在不同能量下有明显差异而进行的减影。主要用于腹部、胸部等含气部位的血管造影。

3. 混合减影 (hybrid subtraction) 是 1981 年由 Bordy 提出的一种技术，在时间与能量两种物理变量的基础上，将能量减影同时间减影相结合的一种技术。能量减影的效果可有效地消除气体，保留少量的软组织信号，保留明显的碘和骨骼信号，若将能量减影的影像再做时间减影，则可进一步消除骨骼和软组织的信号，仅保留碘的信号，这种减影技术称为混合减影。

(四) 影响 DSA 影像质量的因素

1. 噪声 DSA 图像的噪声主要包括 X 线穿过被检查者身体时的散射噪声，图像采集系统的噪声及模拟存贮器件的噪声。X 线散射是产生噪声的重要来源之一。因此，被检部位的厚度是一个非常重要的因素。被检部位的厚度大，散射的 X 线增多，DSA 影像噪声就大。

2. 运动伪影 运动伪影会严重损害 DSA 的影像质量。摄片期间被检部位的运动，会使减影用的两幅图像无法配准，这样，减影后的图像就会出现运动伪影。如果运动伪影很强，超过造影剂充盈血管的信号并重叠在血管信号上，将给读释图像带来困难。产生运动伪影的原因：被检者的 (自主或不自主) 运动，图像采集系统的不稳定。

3. 造影剂浓度 DSA 要求的动脉造影剂浓度与血管直径近似值成反比。由于通过静脉途径到达的造影剂浓度有限，因此要想显示直径小于 2 mm 的血管，需由动脉引入造影剂进行 DSA 检查。

(五) DSA 的优缺点

1. DSA 的优点 与探测板减影相比 DSA 有如下优点：

(1) 图像叠加准确，对比度大，可用稀释的很淡的造影剂显示出被充盈的细小血管。

(2) 可时实处理，即图像信息的数字化、图像信息的处理和存贮都不需很多时间。

(3) 在屏幕上直接显示减影图像，便于进行图像分析。

(4) 数字图像的存贮有可能对图像伪影进行快速的校正，如采用新的掩模图像来改变对比度和消除伪影。

学习笔记

2. DSA 的主要缺点

(1) 当不进行选择性注射时，图像中会出现血管重叠。

(2) 由于被检者的移动、吞咽、肠蠕动和动脉搏动等慢运动，使掩模图像和充盈图像发生位移，以至于不能充分消掉与血管重叠的那些结构，而产生伪影。

二、数字胃肠点片

随着计算机辅助X射线电视透视系统的发展，数字胃肠点片（DSI）已在国内外广泛应用，DSI是以传统的胃肠透视点片装置为基础，与视频信号数字仪、计算机图像处理系统和控制系统组合而成。根据视频信号数字仪的不同，可分为视频摄像机型和数字平板探测器型。

1. 视频摄像机型　视频摄像机是数字透视系统中最重要的部件。它所产生的信号（电压）必须能精确地正比于影像增强器输出屏幕上的光亮度，即能正比于检测到的X射线强度。它的固有噪声要足够小，以保证不再增加系统噪声。常用的视频摄像机有摄像管（真空管）摄像机和电耦合器件（charge coupled device, CCD）摄像机两种。

(1) 摄像管摄像机：这种摄像机的作用是把影像增强器输出屏上的可见像变换成电波，然后送至A/D转换器将图像进行数字化处理。

(2) CCD摄像机：CCD是由很多个（25万至数百万个）光敏像元件组成。光敏元件排列成一行的称为线阵列CCD，排列成一个由若干行和若干列组成的面阵的称为面阵CCD。常用的光敏元件有MOS（metal oxygen semiconductor）电容器和光敏二极管两大类。

当光线投射到MOS电容器和光敏二极管上时，在其内部形成电子-空穴对，电子-空穴对在外加电场作用下，分别向电极两端移动，产生光生电荷。这些光生电荷将贮存在由电极造成的“势阱”中，形成电荷包。光生电荷的产生决定与入射光子的能量（入射光的波长）和光子的数目（入射光的强度）。每个电荷的电量与对应像素的亮度成正比，这样一幅光的图像就转变成了对应的电荷图像。将各像素的电荷转移至输出极并读出，便可直接获取数字图像信号。

按照电荷转移和信号读出方式的不同，面阵CCD器件又可分为帧转移CCD和行间转移CCD两大基本类型。

2. 数字平板探测器型　采用非晶硒动态平板探测器，直接将X射线信号转换为电信号，由于非晶硒具有极好的X射线探测性能，不存在光的扩散，故具有非常高的空间分辨率，其像素点大小仅为150 μm。

3. DSI 的主要特点

(1) 即拍即看：消化道造影图像可立即显示在高清晰度的显示屏上，医生能及时根据图像的质量决定是否补拍或重拍，并可随时进行实时固态存贮。

(2) 可连续摄片：2 048×2 048的图像矩阵，DSI每秒可点片3~4张，1 024×1 024的图像矩阵，DSI每秒可点片6~8张。因此，有条件连续对同一部位连续摄片，选出最佳图像以确保图像质量，从而有效地避免因呼吸、吞咽、胃肠道蠕动及被检者移动造成的图像模糊，对观察和记录吞咽及胃肠道的动态功能非常有利。

(3) 图像处理功能强：数字影像可进行多种图像后处理。如通过对比度增强处理可使图像的对比度达到最佳；边缘增强功能突出脏器的边界轮廓或病灶与正常组织间的边界，增强了对病灶的识别；局部放大功能则有利于显示感兴趣区内细微差异等。

(4) X射线照射剂量小：数字成像所需的X射线照射剂量是普通X射线摄片照射剂量的1/3，被检者所受X射线辐射量小；由于10~20毫秒短而强的脉冲式X射线，曝光时间减少，因而被检者一般不需屏气或重复曝光来替换因运动造成的模糊影像。

(5) 图像清晰：由于组成一幅数字图像的像素400万个，其图像的综合质量在某些方面

优于普通X射线片。

(6) 存贮、调阅图像方便：数字点片的图像可永久保存在有被检者目录的光盘或磁盘中，调阅图像快速、准确、方便。

三、数字透视的缺点

采用视频摄像机数字透视的缺点是影像增强器要损失5%的对比度。由于光在输入与输出屏上的扩散而引起模糊，空间分辨力不如普通X射线影像，再加上系统各种噪声的干扰，影像质量稍逊于X射线探测板。由于摄像管的动态范围小，造成DF系统的动态范围小，不能发现微小的组织差异。增强管的视野小，观察范围有限。

第五节　计算机X线摄影

1982年日本富士探测板株式会社首先开发出CR系统，CR系统不仅具有可与传统X射线照片相比拟的成像质量和信息量，还有曝光量较少和宽容度较大等优于传统X射线照片的照相条件。由于CR系统使用的是数字化成像技术，可以将获得的信息按诊断的要求进行图像处理，为X射线影像的长期保存和高效率的检索提供了可能性。

与传统X射线照片相比，CR系统的不同之处在于其影像记录与显示不是在同一媒介上完成的，其成像过程是先进行影像信息的采集，然后通过读取装置将影像信息读出后，由计算机图像处理系统处理，再经显示、记录装置成像、显示、贮存。

一、CR设备的组成

计算机X射线摄影技术，由日本富士探测板株式会社首先研制而成，故又称FCR（Fuji computed radiography）。CR系统主要由X线机、成像板、影像阅读处理器、后处理工作站和存贮组成。

1. X线机　CR系统所用的X线机可与传统的X线机兼容，不需单独配置。

2. 影像阅读处理器（激光扫描仪）　通过激光扫描，将IP板的图像信号经模数转换变成数字图像。

(1) 在阅读成像板信息前，要预先输入病人的相关信息，如姓名、性别、年龄、病人的ID（identity number of the patient）号等，并确定欲选的扫描方式。

(2) 影像阅读处理器将成像板从暗盒中取出，并送入激光扫描装置，直到扫描仪准备好。

(3) 阅读成像板的信息，产生数字影像，进行影像后处理并将数字图像输入到贮存器中贮存。

3. 后处理工作站　其作用是对数字图像进行一系列后处理：

(1) 显示经灰度和空间频率处理前、后的影像。

(2) 进行影像的谐调处理、空间频率处理和减影处理等。

(3) 影像经过后处理能提高诊断的准确性，并能扩大诊断范围。

4. 存储装置　可采用磁盘、磁带、磁光盘、激光打印探测板等方式将数据存储起来。

二、CR的工作原理

（一）CR成像的基本原理

CR成像的基本原理是X射线透过被照人体后，射到成像板上，并形成潜影，再将照过的影像板置入激光扫描仪内扫描，将图像信号通过A/D转换器转变成图像。

1. 影像信息的采集　CR系统的影像不是直接记录在探测板上，而是通过一种涂在成像板

学习笔记

上的特殊物质——光激励发光物质（photostimulated luminescence substance）来完成影像信息的采集。X 射线透过被照人体后射到成像板上，将透过被照人体的模拟信息储存在成像板内形成潜影，为影像的进一步数字化创造条件。

2. 影像信息的读取 贮存在成像板内的影像信息是以模拟信号的形式记录下来的，要将其读出并转换成数字信号，需使用激光扫描仪，又称光激励发光扫描仪（PSL 扫描仪）。成像板被激光激励后，以蓝–紫色光的形式释放出存储的能量。成像板的荧光体被第二次激发后发生光激励发光，产生荧光的强弱与第一次激发时所接收的 X 射线能量成正比（即呈线性关系）。该荧光体二次激发的光沿着激光扫描线设置的高效集光束导入光电倍增管，光电倍增管再将其接收的光信号转换成相应强弱的电信号，并被进一步放大，再由 A/D 转换器转换成数字化的影像信号。这一过程反复进行，扫描完一张成像板，便可得到一幅完整的数字图像。

3. 影像信息的处理 传统的 X 射线摄片的影像特性是由拍摄条件、增感屏和所用胶片决定的，图像一旦形成，就不能再改变。CR 系统则不同，由于影像信息被转换成数字信号，成为数字图像，因此可以根据不同的诊断要求对图像进行处理，在较大的范围内自由改变影像特性，具有很强的图像处理功能。常用的后处理技术有：

（1）谐调处理（gradationprocessing）：又称对比度调制，主要用来改变影像的整体密度和对比度。在 CR 系统中有 16 种谐调曲线类型（gradation type, GT）作为基础，以旋转量（gradation amount, GA）、旋转中心（gradation center, GC）和移动量（gradation shift, GS）作为调节参数，来实现对比度和光学密度的调节，从而实现影像的最优化。在 CR 系统中，因成像板具有很宽的曝光宽容度，所以对每一个部位的曝光条件是一个范围，即使曝光大一点或小一点，通过谐调处理技术，都能把读出的影像调节为符合诊断要求的影像。

（2）空间频率处理（spatial frequency processing）：在一幅图像上选择性增强或减弱特殊空间频率的成分，以使图像中的某些特征突现。有傅立叶滤过、模糊蒙片减影和小波变换几种方法。其中模糊蒙片减影技术较为常用，原理是用可选择的核尺寸对原始影像进行卷积处理，产生一幅模糊影像，然后在原始影像中减去模糊影像，得到一幅包含高频信息的影像，并使用用户定义的增强因子乘以每一个像素来调制高频信息，最后将结果影像加到原始影像并标准化数据组，从而建立频率增强影像。

（3）能量剪影：在同一部位用一次或二次曝光获得一幅高能量影像和一幅低能量影像，这两幅影像中的骨骼与软组织信号强度不同，通过计算机对这影像进行加权减影，结果是与骨骼相一致的信号被消除，得到软组织影像。同理，与软组织相一致的信号被消除，得到骨骼影像。

（4）动态范围控制（dynamic range control, DRC）：主要是对曝光不足或过度的影像置于最适宜处显示。

4. 影像的再现 贮存在 PSL 物质中的 X 射线影像是一种潜影，由激光扫描仪读出并输入计算机进行数据处理后，还需要变换成人眼能看见的影像，常用三种方式显示出来：①通过监视器直接阅读；②用多幅照相机直接将影像照到探测板上；③用激光相机直接将影像信号记录在探测板上。

（二）CR 系统的成像介质

1. 成像板的结构 成像板是 CR 成像技术的关键，作为采集影像信息的载体，代替传统胶片。其特点是可以重复使用，但没有显示影像的功能。其结构分为表面保护层、PSL 物质层、基板、背面保护层。

（1）表面保护层：其作用是防止 PSL 物质层在使用过程中受到损伤。因此，它不能随外

界温度、湿度的变化而发生变化，并在非常薄的条件下能弯曲、耐磨损、透光率高。常用聚酯树脂类纤维制成。

(2) PSL 物质层：某些荧光物质可将第一次被激发的信息记录下来，再次受到激发时释放出与初次激发所接收的信息相应的荧光现象，该现象称为"光激发发光（PSL）"，具有此现象的物质称为"辉尽性荧光物质"。因氟卤化钡晶体的光激发发光现象最强，所以成像板的成像层采用含有微量二价铕离子的氟卤化钡晶体作为辉尽性荧光物质。将 PSL 物质混于多聚体溶液中，涂于基板上，干燥而成的成像层。多聚体溶液的作用是使 PSL 物质均匀分布，在基板上形成均匀的膜，并具有适度的柔软性和机械强度，不因湿度、温度、射线和激光等因素的影响而发生物理性质的变化。多聚体材料一般为硝化纤维、聚酯树脂、丙烯及聚氯酸酯等。PSL 物质结晶体颗粒的平均直径在 4~7 μm，晶体颗粒的直径增大，发光量增强，但影像的清晰度降低。

(3) 基板（支持层）：基板的作用是保护 PSL 物质层免受外力的损伤。因此，要求具有很好的平面性、适度的柔软性和机械强度，材料是聚酯树脂纤维胶膜，厚度在 200~350 μm。为了避免激光在 PSL 物质层和基板之间发生界面反射，提高影像清晰度，所以将基板制成黑色。此外，为防止光透过基板，影响到下一张成像板，可以在基板中加一个吸光层。

(4) 背面保护层：其作用是为了防止使用过程中成像板之间的摩擦损伤，其材料与表面保护层相同。

2. 成像板使用注意事项

(1) 成像板可以重复使用，在再次使用前，应当用光照射，消除任何可能存在的潜影。

(2) 成像板在使用中应注意避免出现擦伤。

(3) 由于成像板中的荧光物质对放射线、紫外线的敏感度远高于普通 X 射线探测板，因此，摄影前、后的成像板都要屏蔽。摄影后的成像板上的潜影会因光的照射而消退，故必须避光。避光不良或漏光的成像板上的图像会因贮存的影像信息量减少而变得发白，这与普通探测板正相反。

三、影响 CR 影像质量的因素

1. 影响 CR 影像空间分辨力的因素　CR 影像的空间分辨力不如传统胶片，CR 影像的空间分辨力主要取决于 PSL 物质结晶体的颗粒度和影像读出系统的电、光学特性所决定。用于二次激发的激光是以点扫描的方式来激发荧光。因此，激光束光点直径的大小、激光与其激发产生 PSL 在成像板中的散射程度会对 CR 影像的模糊度产生影响，进而影响到 CR 影像的对比度和空间分辨力。

2. CR 影像的噪声　干扰 CR 影像的噪声可分为量子噪声和固有噪声。

(1) 量子噪声：量子噪声又分为 X 射线量子噪声和光量子噪声。

1) X 射线量子噪声：是 X 射线被成像板吸收过程中产生的噪声，入射的 X 射线量越大，X 射线量子噪声越小。所以，在选择摄影条件时，线量不要选择得太小，以免出现量子噪声降低影像质量，进而影响临床诊断。

2) 光量子噪声：是光电倍增管在成像板荧光层被二次激发时产生的转换成电信号的过程中产生的，光量子噪声与光电子数成反比。因此，提高成像板荧光层的 PSL 强度是进一步降低光量子噪声的措施之一。

(2) 固有噪声：固有噪声是 CR 系统中与 X 射线无关的噪声。包括成像板的结构噪声、激光噪声、模拟电路噪声、A/D 转换中的量子噪声等。在这些噪声中，成像板的结构噪声起决定性作用，成像板的结构噪声是由成像板中 PSL 物质颗粒的随机分布产生的。

学习笔记

四、CR 的优点与不足

1. CR 的优点

（1）数字影像，可以进行图像处理，改善影像质量；影像的贮存媒介多（磁盘、磁带或光盘），储存方便、可靠，可长期保存；数字影像便于传输，可实现数据共享，联网后能进行远程会诊。

（2）高灵敏度：即使采集很弱的信号也不会因噪声所掩盖而显示不出来。

（3）具有很高的线性度：所谓线性是指影像系统在整个光谱范围内得到的信号与真实影像的光强度是否呈线性关系，即是否真实反映信号。

（4）大动态范围：即系统能够同时检测到极强和极弱的信号，能把一定强度的影像信号分得更细，层次更丰富。

（5）优越的识别性能：CR 系统配有曝光数据识别（EDR）技术和直方图分析技术，能更加准确地扫描出影像信息。

（6）宽容度大：CR 系统可在成像板获得的信息基础上自动调节光激励发光的量和放大增益，在允许的范围对被摄物体以任何 X 射线曝光剂量获取稳定的、最适宜的影像密度。

2. CR 的不足

（1）时间分辨力差，不能满足动态器官和结构的显示。

（2）空间分辨率相对于屏片系统要低。

（3）曝光剂量相对较高。

（4）CR 设备价格昂贵。

第六节　数字 X 线摄影

1986 年，随着 DSA 技术的问世，在布鲁塞尔第 15 届国际放射学术会议上首次提出数字 X 射线摄影（digital radiography, DR）的物理学概念，开启了计算机技术与传统 X 线成像技术结合的发展进程。

常规 X 线检查实现数字化最早的是 X 线 I.I–TV 系统，开始是将摄像管输出的视频信号经 A/D 转换器换成数字信号输入计算机重建出图像。CCD 摄像机问世后，替代了原来的摄像管，CCD 可将影像器输出屏的影像直接转换成数字信号输入计算机。当时称此设备为 DR。

后来，CR 问世，率先实现了常规 X 线摄影的数字化。20 世纪 90 年代后期，薄膜晶体管（thin film transistor，TFT）阵列等新技术推出，使数字 X 射线摄影的探测器研制取得突破性进展，多种类型的固态一体化平板探测器（flat panel detector，FPD）投入临床应用，将此类成像技术称为 DR。

由于各生产厂家在 DR 成像设备中采用的成像元器件及成像方式不同，DR 的设备类型越来越多。

随着硬件及软件的不断研发，DR 的成像功能也越来越扩展，图像显示由静态到动态，由平片到体层，由重叠到减影，由局部到全长。设备的改进推动着医学影像技术和医学影像诊断学的发展。

一、DR 的组成和技术原理

（一）DR 的组成

DR 即直接数字化 X 射线摄影系统，是由数据采集板（电子暗盒）、X 射线系统（扫描控

制系统）、采集工作站（系统控制系统）、诊断工作站和配套的专业影像读取系统等组成，是直接将 X 射线光子通过数据采集板转换成数字图像，是一种广义上的直接数字化 X 射线摄影。而狭义上的直接数字化 X 射线摄影即 DDR（direct digit radiography），通常指采用平板探测器的影像直接转换技术的数字化 X 射线摄影，是真正意义上的直接数字化 X 射线摄影系统。

1. X 射线系统

（1）X 射线球管和高压发生器：采用高频 X 射线球管和高压发生器，功率大于 50 千瓦。

（2）X 射线发生控制系统：储存所有曝光参数，并可设置新的曝光参数和修改原有曝光参数，预设 AEC 检测区位置、曝光参数，曝光前应注意识别采集协议、方向性和解剖体位等。

2. 数据采集板（电子暗盒）　直接将透过被检测体的 X 射线光子转换成数字信号，根据其结构和检查技术不同可分为非晶硒平板探测器、非晶硅碘化铯平板探测器、CCD 平板探测器、多丝正比电离室系统。

3. 采集工作站（系统控制系统）　在计算机控制下完成图像的采集和处理的全自动过程，包括病人信息的输入、检查方式和参数的选择、图像重建、图像校正、噪声处理、动态范围、灰阶处理、图像后处理（窗宽和窗位的调节，图像边缘增强、放大、测量、能量减影和黑白反转等）和图像输出等。

4. 图像后处理工作站　完成检查报告的书写，选用不同的后处理参数或调节窗宽和窗位的动态范围，有效地解决在同一幅图像上获得多层次观察。后处理工作站除具有图像采集工作站的功能外，还具有更大的磁盘空间，以满足图像的存储管理、刻录光盘、图像打印等，并将图像传输至 PACS 系统。

5. 影像监视器　医用显示器分为液晶显示器（liquid crystal display, LCD）和阴极射线管显示器（cathode ray tube, CRT）两种，其主要技术参数有：

（1）屏幕大小：即屏幕尺寸，CRT 显示器的屏幕大小不一定是可视大小，而 LCD 基本上是屏幕大小就是可视大小。

（2）点距：每个像素占用的物理平面大小，该值越小，同样大小的屏幕所能显示的像素就越多，即分辨率越高。

（3）灰阶：一般在 10 比特以上。

（4）亮度：单位坎德拉/平方米（cd/m^2）越小越好，通常有最大亮度和正常亮度两个值，若长期采用最大亮度会影响监视器的使用寿命。

（5）分辨率：与“点距”和“屏幕大小”有直接关系，常用的医用显示器有 4 种分辨率：1 280×1 024，1 600×1 200，2 048×1 536，2 560×2 048，分别对应 1 mp，2 mp，3 mp，5 mp。与普通显示器不同的是医用 LCD 的分辨率是固定的，一般应选用 3 mp 以上。

（6）对比度：表达显示器最亮值与最暗值之比，医用显示器要求表达灰阶影像的黑与白之间的程度，通常要求对比度在 600:1。

（二）DR 的技术原理

X 射线透过人体后，有不同程度的衰减，作用于数字平板的非晶硅或非晶硒阵列板上，由于 X 射线的强弱不同，硅或硒表面光导体按吸收 X 射线的强弱产生正比例的正负电荷对。顶层电极与集电矩阵间在硅或硒层产生的电场，使 X 射线产生的正负电荷分离，正电荷移向集电矩阵，储存于薄膜晶体管内的电容器，矩阵电容器所存的电荷与 X 射线影像成正比。随后，扫描控制器读取电路将光电信号转换成数字信号，数字化图像数据在采集工作站内存储、

学习笔记

处理。在监视器上显示，图像采集和处理在计算机控制下完全自动化，包括图像的选择、图像的校正、噪声处理、大体范围、灰阶重建及输出匹配等过程。上述过程完成后，扫描控制器自动对采集板内的感应介质进行恢复。

二、DR的分类

DR技术的核心在X线探测平板和采集处理计算机，根据探测器和检查技术的不同，DR可分为以下四类：

（一）直接转换式平板探测器

1. 概念 直接转换式平板探测器名称中有两层含义，一是直接转换，系指该探测器利用的光导半导体材料是非晶硒，非晶硒俘获入射的X线光子后，直接将接受到的X线光子转换成电信号，故称直接转换；二是平板，系指探测器的单元阵列采用的薄膜晶体管（thin-film transistor, TFT）技术，制成的探测器外形类似平板状。所以，这种探测器称为直接转换式平板探测器。

多丝正比电离室探测器虽属直接转换，但其结构非板形，是一种狭缝扫描装置，故不属于平板探测器。

2.非晶硒平板探测器的结构 主要由集电矩阵、硒层、电解质、顶层电极和保护层等构成。集电矩阵按阵元方式排列的接受电极和TFT组成，非晶态硒层涂覆在集电矩阵上，它对X线敏感具有很高的分辨率；再上是电解质、顶层电极。放大器和A/D转换器都置于探测器封装扁平外壳内，所以称作平板探测器（FPD）。从外部看，探测器是接受X线照射而直接输出数字图像信息，故称直接X线摄影。

3. 探测器的基本工作原理 入射X线光子使硒层中产生电子-孔穴对，在顶层电极和集电矩阵间外加高压电场的作用下，电子和孔穴分别向相反方向移动，形成电流，导致TFT的极间电容储存电荷，电荷量与入射X线光子成正比，所以每个TFT就成为一个采集图像的最小单元——像素。在读出控制信号的作用下，TFT导通，把像素存储的电荷按顺序逐一传递到外电路，经读出放大器后被同步转换成数字信号。由于放大器和A/D转换器都置于内，从外部看探测器暗盒接收X线影像而直接输出数字化图像信息。信号读出后，扫描电路自动清除硒层中的潜影和电容储存的电荷，以保证探测器能反复使用。TFT直接决定图像的空间分辨率。

4. 技术参数

（1）有效面积：14×17英寸。

（2）像素尺寸：139 μm×139 μm，在35 cm×43 cm的范围内像素有2 560×3 072个。

（3）空间分辨率：2.5~3.6 lp/mm。

（4）动态范围：10^4~10^5。

（5）图像密度分辨率：14 bit。

（6）感光度相当于400度X线片；工作温度：10℃~30℃。

（二）间接转换式平板探测器

1. 概念 间接转换式平板探测器系指X线影像信息在转换为电子信号过程中，中间需要经过光电转换后再变为电信号。属于此类型的探测器有：间接转换式平板探测器（碘化铯+非晶硅或使用硫氧化钆/铽+非晶硅）和闪烁体+CCD阵列探测器。因闪烁体+CCD阵列探测器在制作过程中，闪烁体和CCD阵列之间需要有一定的距离，故探测器外形尺寸较厚，不属于平板探测器。

2. **非晶硅/碘化铯平板探测器的结构**　其外形类似X线探测板的暗盒，是一种半导体探测器。由基质层、非晶硅阵列、碘化铯层和保护层等组成。

3. **非晶硅/碘化铯平板探测器的基本工作原理**　把掺有铊的碘化铯（CsI）闪烁发光晶体层覆盖在光电二极管矩阵上，每个光电二极管就是一个，由薄膜非晶态氢化硅制成。当X线入射到闪烁晶体层时被转换为可见光，再由光电二极管矩阵转换成电信号，在光电二极管自身的电容上形成储存电荷，每个像素的储存电荷与入射X线量成正比，探测器矩阵在行与列方向都与外电路相连并编址，在控制电路作用下，扫描读出各个像素的储存电荷，经A/D转换后输出数字信号，传送给计算机建立图像。尽管X线在探测器先转换成可见光，再转换成电信号后进行数字化，但从探测器暗盒外部看，也是输入X线后直接输出数字化图像信息。

4. **技术参数**　有效面积：17英寸×17英寸；像素尺寸：143 μm×143 μm，在43 cm×43 cm的范围内像素有3 000×3 000个。空间分辨率：2.5~3.6 lp/mm；动态范围：10^4~10^5；图像密度分辨率：14 bit，感光度相当于400度X线片；工作温度：10℃~30℃。

（三）CCD摄像机型DR

1. **CCD摄像机型DR的组成**　荧光板+CCD摄像机型DR主要由荧光板、反光板、CCD摄像机、计算机控制及处理系统组成。它采用近百个性能一致的CCD摄像机整齐排列在同一平面，在前方一定距离（共同的焦距）上是一张荧光屏。

2. **基本工作原理**　X线曝光时，荧光屏发出人体影像的可见光，每一摄像机摄取一定范围的荧光影像，并转换成数字信号，再由计算机进行处理，将图像拼接，形成一幅完整的图像。近百个CCD摄像机一起使用，相当于所有单个摄像机的灵敏度相加，同一行（列）上其空间分辨率相加。由于CCD具有较高的性能稳定性，成像质量高，样机能获得优质的照片。

3. **技术参数**　其检测范围可达17英寸×17英寸，CCD摄像机的像素一般可达400万像素以上，空间分辨率：2.8~3.5 lp/mm；图像密度分辨率：16 bit；图像重建时间：7~8秒。

（四）多丝正比室扫描DR

1. **多丝正比室扫描DR的组成**　主要由高压电源水平狭缝、多丝正比室、机械扫描系统、数据采集、计算机控制及图像处理系统组成。

2. **多丝正比室探测器**　它是一种气体探测器，可以看成由许多独立的正比计数管组合而成。其基本结构是在两块平行的大面积金属板之间平行地并列许多条金属丝。这些金属丝彼此绝缘，各施加一定的正电压（1 kV左右），形成许多阳极，金属接地形成公共的阴极。室内充以惰性气体（如氩气）或有机气体（如CH_4），室壁装有薄金属（如铝）窗。当外部辐射经金属窗射入正比室后，在气体介质中产生电离。电离电子在金属丝与金属板之间的电场作用下向金属丝移动，并与气体分子碰撞。当两次碰撞间电子从电场获得的能量大于电离能量时，会引起进一步电离。在每根金属丝附近，电子越接近金属丝，电场越强，因而导致电荷雪崩式增加，结果在金属丝上收集到的电荷比原始电离电荷增加A倍，所产生的电压为：

$$\Delta U=-\frac{ANe}{C}$$

式中，N为初始电离对数，A为正比室放大系数（$A=10^2$~10^4），C为金属丝对地电容，e为电子电荷。

由于正比室对电离电荷有放大作用，故具有较高的探测灵敏度。另外，每根金属丝上收集的电荷正比于其附近的初始电离电荷，亦即正比于该处的入射辐射强度。

3. **工作原理**　X线管辐射的锥形X线束经水平狭缝准直后形成平面扇形X线束，X线通

学习笔记

过病人射入水平放置的多丝正比室窗口，在被探测器接受后，机械扫描装置使X线管、水平狭缝及探测器沿垂直方向作均匀的同步平移扫描，到达新位置后再作水平照射投影；如此重复进行，就完成一幅图像的采集。多丝正比室的每根金属丝都与一路放大器相连，经A/D转换器将电信号数字化后，输入计算机进行图像处理。监视器即可显示存储器内未经处理的图像，又可显示计算机处理后的图像。

4. **主要技术参数** 多丝正比室尺寸：450 mm×200 mm×50 mm；采集效率高，背景噪声几乎为零；密度分辨率宽，数字化量化深度14~16 bit；拍摄一张胸片曝光剂量少，约需3~5 mR；采集一行信息约需10毫秒，拍摄一幅图像在6秒以内，虽不适合拍摄活动部位，但减少了因病人轻微晃动引起的伪影；由于狭缝的作用，患者接受的散射线减少70%，可用于常规体检。

三、直接与间接方式性能比较

1. 非晶硒平板探测器的评价

（1）非晶硒FPD的最大优点是X线光子直接转换成电信号，无中间环节，不存在其他类型DR探测器因荧光板或闪烁体引起光线散射而造成的图像模糊效应，避免电信号的丢失和噪声的增加，提高空间分辨力。

（2）非晶硒光导材料的分辨率特性好，灵敏度高，因此，量子检测效率（detective quantum efficiency, DQE）和MTF高，空间分辨率可达3.6 lp/mm，动态范围可达10^4~10^5，图像层次丰富，图像质量好。

（3）非晶硒的吸收效率高，转换特性在1:10 000范围内是线性的，曝光宽容度大，容许一定范围内的曝光误差，通过影像后处理修正图像质量；配合自动曝光控制功能，可杜绝因曝光参数选择不当所至重复摄影。

（4）非晶硒FPD对环境要求高，需要较高的偏置电压。另外，以硒为基础的探测器由于曝光后存在的潜影滞后，刷新速度慢，动态摄影速度受到限制。

（5）大面积的TFT生产工艺复杂，在工业生产中存在较大难度。

2. 非晶硅平板探测器的评价

（1）和非晶硒平板探测器一样，非晶硅平板探测器同样具有成像速度快、良好的空间、密度分辨率、高信噪比和直接数字输出等优点，其临床应用基本相同。

（2）与非晶硒平板探测器成像方式相比，非晶硅光电二极管是将荧光材料转换的可见光再转换成电子信号的，X线一旦被转换成可见光，就会产生一定的散射和反射，使得有价值的信息丢失或散落，从而在一定程度上降低了X线敏感度和空间分辨率。

（3）非晶硅抗辐射能力强，是理想的X线探测器材料，能适应多次曝光摄影和透视的工作需要，在获取高质量动态影像方面具有优势。

非晶硅和非晶硒两种平板探测器是目前DR成像设备中使用最多的类型机。

四、数字影像的优缺点

1. 数字影像的优点

（1）密度分辨力高：可达2^{12}~2^{14}。人眼只能分辨2^5，照片和屏幕的灰阶显示受到人眼分辨能力的限制。数字影像可变化窗宽、窗位、转轴曲线，使全部灰阶分段、分时得到充分显示。密度分辨力得以提高，扩大了信息量。

（2）功能分解优化：在传统屏片X线摄影中，胶片作为介质具有多重功能，限制了单方面功能的改进。在数字摄影中，这些功能被分割成不同的独立部分，可以使每一部分单独最优化。

学习笔记

(3) 动态范围大：传统屏片X线摄影中最大的缺点是其影像形成的动态范围有限（$<10^2$），且正确曝光水平的容许偏差很小；而数字摄影的动态范围很大，约在10^4~10^6次方之间，为后处理留有空间，减少重照。

(4) 线性好：屏片组合的特性曲线具有趾部和肩部，线性差；而数字X线摄影的响应曲线是直线，如实反映了人体结构的密度差别。

(5) DQE高：平板探测器数字成像系统的DQE高，X线利用率高，DQE可达40%~70%，屏片系统只有20%左右。

(6) 调制传递函数高：平板探测器数字成像系统的像素间无散射干扰，MTF高，提高了影像质量。

(7) 数字影像后处理功能强大：如各种图像滤波、窗宽窗位调节、放大漫游、黑白转换、图像拼接、数字减影及测量距离、面积、密度等丰富功能，为影像诊断中细节观察、前后对比、定量诊断及功能诊断提供技术支持。

(8) 放射剂量小，曝光宽容度大，曝光条件易掌握。

(9) 数字放射科实现无胶化管理：影像诊断大家庭所有影像设备实现了数字化，传输影像网络化，调阅影像使用工作站；数字存储，可长期保存影像数据，存储信息量大，节约存储空间；无需再存储胶片，实现了无胶片放射科。

(10) DR摄影已无需再搬运暗盒，减轻工作人员的劳动强度，提高了工作效率。

2. 数字影像的缺点和不足　数字影像的时间分辨力较差，不能满足动态器官和组织结构的显示；空间分辨力不如普通X线探测板；设备昂贵，维修成本高。

第七节　PACS简介

随着数字影像技术学的不断发展，数字化放射科已经实现。PACS近年来随着数字成像技术、计算机技术和网络技术的进步而发展起来，旨在全面解决医学影像的获取、显示、存储、传送和管理的综合系统。PACS是计算机通讯技术和计算机信息处理技术结合的产物，也是放射信息学的一个重要组成部分，最终将由数字影像完全代替模拟影像。数字化放射科至少应包含PACS（picture archiving and communication system）、RIS（radiology information system，即放射信息系统）和HIS（hospital information system，即医院信息系统），复杂的数字化放射科还应包括远程放射等系统。

一、PACS概述

（一）PACS的概念

PACS即数字影像存储和通讯系统。这一术语是由迈阿密大学医学院的A.J.Duinckx于1981年提出的，而目前使用的PACS的概念和组成则是由H.K.Huang定义的。PACS是医学影像技术学中的一门新兴的边缘学科，是建立在医学影像的数字化成像、网络、数据库、工作站、影像后处理，在软件工程和通信工程基础上形成的一门高新技术；是实现医生根据计算机显示屏上的影像进行诊断，并可通过公用或专用的计算机通讯网络在医院各科室、城市各医院、各地区或国家之间进行数字影像的传送，实现远程会诊和信息共享，以提高诊断水平和信息利用率的计算机技术，最终实现放射科无探测板化。

PACS是将计算机技术和现代通讯技术应用于医学影像成像领域，将数字医学影像设备所采集的数字影像信息以数字文件的形式保存起来，以便以后反复调阅。科室一级的PACS系统和医院范围的PACS基本上是集成系统，利用计算机局域网来实现医学影像、病案等信息

学习笔记

的传输；影像的远程传送则可利用公共电话交换网或计算机广域网来实现。PACS的发展和普及将对医学影像、数字影像技术、计算机应用、现代医疗技术和医院信息系统的建设发挥重要作用。但由于各种医学影像设备的生产厂家不同，种类各异，缺乏统一的影像管理模式和统一的计算机信息传输标准。20世纪80年代初期以前，各种不同类型的数字影像设备形成的影像彼此独立，相互之间的连接和数据获取都非常困难。为此，1982年美国放射学院（American College of Radiology, ACR）和美国电器制造商协会（National Electrical Manufacturers Association, NEMA）成立了一个数字影像和通讯标准委员会，制定数字影像设备接口的有关标准。1985年北美放射学会（Radiological Society of North America, RSNA）公布了第一个标准（ACR-NEMA300-1995）版本1.0；1986年10月和1988年1月分别颁布了两个修改版本；1988年又公布了ACR-NEMA 2.0版本，该版本不仅与原版本兼容，而且增加和补充了包括显示器和激光打印机的新特性。1992年ACR与NEMA在北美放射学会上公布了第3个版本，并被正式命名为DICOM 3.0（Digital Imaging and Communication in Medicine）——医学数字成像和通讯标准。目前，医学影像设备的主要生产厂家均已承诺采用DICOM 3.0标准。采用该标准作为系统对外的接口比较容易与其他设备和系统连接和数据交换。

PACS系统不是孤立存在的，为实现与其他医学信息系统的整合，特别是PACS-RIS-HIS之间的信息通讯和交流，PACS系统应遵循一个信息交换的标准。目前国际上公认的标准是HL7，标准化组织（international standard organization, ISO）规定的开放互联系统（Open System Interconnection, OSI）中，HL7位于协议的最高层——第七层，它简化了医疗服务信息系统的数据通讯，提供了抽象信息转换的规则。

（二）PACS的组成及功能

PACS系统按其功能、区域和作用划分为核心层、汇集层和接入层共三层结构，以及核心层服务器、汇集层服务器、存储系统、接入层设备和工作站四个子系统。医院里支持DICOM的影像设备可以直接接入PACS系统，影像通过网络直接传输到影像服务器进行存储。典型的PACS主要由以下几部分组成：

1. **影像数据采集系统** 负责采集符合DICOM 3.0标准的数字影像，如MRI、CT、DR、CR、DSA、PET、ECT、USG、US等，并把不符合DICOM 3.0标准的数字影像转换成符合DICOM 3.0标准的影像格式，然后传送到服务器上。

2. **影像、信息管理系统** 负责接收、存储和管理采集系统获取的影像信息和接受HIS、RIS传送过来的相关信息。同时还可进行信息查询、数据备份、影像打印输出等。

（1）核心层服务器：由PACS、RIS主服务器和后备服务器构成。PACS、RIS主服务器在完成数据库管理服务和影像信息服务的过程中，负责接收汇集层服务器、机房工作站传来的数据信息，同时负责与各工作站之间的数据信息传递。后备服务器作为PACS和RIS主服务器的备用。当它们发生故障死机、停机时，由后备服务器接管其任务和工作。

（2）汇集层服务器：由影像科室的部门级PACS、RIS服务器及住院部和门诊影像前置服务器构成。

部门级服务器满足影像的接收和发送等部门级的传输需求，并负责将经过质控检验的合格数据推送到PACS主服务器中。住院部和门诊部影像服务器专门用于将PACS系统及影像服务延伸拓展到门诊、急诊、住院等临床一线。门急诊和住院部医生工作站均可访问此服务器以获取患者影像和报告。

（3）存储系统：PACS的存储系统由在线高速主存储设备、近线存储设备和备份存储设备构成。

核心层、汇集层高速在线主存储设备用于保障医院对大容量、高速度、高可靠的数据短期（1~3 年）存储要求。核心层、汇集层近线存储设备存取速度没有在线存储设备高，但是价格相对低廉，宜满足长期存储数据的需要。

备份存储设备分在线备份存储设备和离线备份存储设备。在线备份存储是将影像数据备份到数据专用磁带或光盘塔中；离线备份存储是通过影像数据备份工作站手工单张制作光盘、磁带的方式完成数据备份工作。

（4）接入层设备和工作站：接入层设备和工作站主要包括分布在医技和临床科室的影像医师诊断报告工作站、影像技师机房工作站、预约登记工作站、数据备份工作站、探测板扫描工作站、会诊读片工作站、系统管理员工作站、质量保证/质量控制、影像浏览等工作站及数字化医学影像成像设备。

3. HIS 系统　主要功能是为 PACS 系统提供各种医学影像信息。

（1）登记系统：病人基本信息的录入，并自动安排病人在指定的时间、地点就诊。

（2）图文报告系统：制定、审阅、打印诊断报告书。

（3）统计管理系统：病人信息的统计和查询管理；资源管理，如人力资源管理、设备管理、与设备有关的各种消耗材料、药品信息管理等；财务管理和各种统计报表的管理。

4. 影像显示处理系统　该系统除了用于显示影像及其相关信息以外，通常还具有影像处理、影像测量、三维重建、影像加注和医学影像诊断报告书写等功能。影像显示处理系统各种功能主要是通过以下工作站完成：

（1）影像显示工作站：采用普通 PC 机，进行影像的显示、处理、查询和影像分析。具体功能：①列表管理：用过滤或排序的方法显示病人列表、检查状态的显示（已经阅读或未读）；②多特征影像的显示和比较：自动用预先设定的排列格式和顺序显示多个检查；③适当的后处理功能：放大、窗宽、窗位的调节、测量、旋转、图像拼接、文本标注、平滑和边缘增强、锐化等。

（2）三维影像重建工作站：该工作站采用高分辨率的专业医用影像显示器，进行三维影像重建、合成多特征影像、量化分析、最大和最小密度投影、多平面影像重建、表面阴影重建和容积重建等。

（3）分析工作站：用以分析各种病人的信息和检查信息，并产生丰富的报表；分析影像数据，为影像诊断提供辅助诊断手段。

（4）质量保证工作站：PACS 中影像的质量控制和质量保证是技术员的一项重要任务，具体包括控制影像数据采集的参数、调整影像的显示效果、对可处理的影像参数的确认、对病人统计有用的数据的控制及设定影像属性等。

（5）胶片打印工作站：负责胶片的打印管理工作、优化打印任务、有效使用打印工作站及减少打印费用。

（6）远程会诊工作站：远程放射工作站利用多种通讯工具协同工作，如视频采集系统（CCD 摄像机）、通讯系统等进行医学影像和资料的远程传输。PACS 的所有部分都是由通讯网络连接起来的，通讯网络是影像及其相关信息传递的桥梁，包括高速、低速局域网及支持多种线路的广域网。

5. HIS 网关和 WEB 网关

（1）HIS 网关：HIS 网关采用 HL7 框架结构，是 PACS 与医院信息管理系统（HIS）的接口，负责 PACS 与医院信息管理系统之间的信息交换。

（2）WEB 网关：WEB 网关是 PACS 与因特网的接口，通过 WEB 网关可以实现远程影像传输，也可以进行远程医学服务。远程医学是通过远程通讯技术进行远距离的医学服务和教

学习笔记

学，主要应用于医学研究、交流、教育、临床诊断、会诊治疗及管理等。目前已经出现了远程放射学、远程病理学、远程皮肤病学、远程精神病学、远程心脏病学、医疗会诊、医学继续教育等。

二、PACS的分类

（一）按数据的流动和存储分类

1. **集中管理模式** 由一个强大的中央管理系统（服务器）和中央影像存储系统服务于所有的PACS设备和医学影像。

（1）优点：提供集中的、全面的系统运行和服务管理，即集中控制和处理。将病人的影像数据存储在主服务器上，当PACS的其他用户要进行显示和查询时，通过数据库管理系统（Data Base Management System, DBMS）调用数据到本地客户端。

（2）缺点：由于影像数据量非常大，传输时间较长，难以保证实时性，并且所有的影像数据放置在一个服务器上，使可靠性变差。

由此可见，该模式对网络宽带、传输速度、规律系统设备软件和硬件性能及稳定性要求很高。

2. **分布式管理模式** PACS由多个相对独立的亚单元组成，各亚单元有独立的存储系统，可以设定或不设定中央管理服务器，但通常应具有一个逻辑上的中央管理平台。系统配置数台专用服务器集中处理数据库的查询、存取控制完整性和安全性检查。每个使用部门配一至数台PC机作为工作站，执行各个管理模块的功能应用程序，工作站与服务器间用网络连接起来构成一个局域网。

（1）优点：影像数据分别存储在不同的服务器上，其数据可以被网络的合法用户共享，分布式系统采用多点存储代替集中式系统的一点存储，提高了系统的可靠性。

（2）缺点：增强了系统的复杂性，系统的实现和维护困难，经济成本高。

（二）按规模和应用分类

1. **小型PACS** 仅局限于单一医学影像部门或影像亚单元范围内，在医学影像学科内部实现影像的数字化传输、存储和软拷贝显示功能，提高科室内部医疗设备的使用效率。该系统造价低廉，容易实现，但传输速度慢。

2. **中型PACS** 在整个医院内实施的完整PACS，除影像科外，还为其他相关科室提供服务，也可用于临床和医学影像教育。医院内部的影像传输系统帮助医院的其他科室，特别是急诊科、ICU和手术室等及时获得相关病人的影像诊断资料。

3. **大型PACS** 包括所有影像学科的成像设备，有独立的影像存储和管理系统，足够容量的软拷贝显示和硬拷贝输出设备，以及临床影像浏览、会诊系统和远程放射学服务的PACS系统，支持远程影像传输和显示。该系统功能齐全，但造价昂贵。

三、PACS的影像传输

（一）PACS的传输类型

根据传输的目的可分为直线型、星型、圆型和平行型。直线型的传输主要用于影像设备与计算机中心和终端之间的联系；星型是计算机中心与各个终端之间的联系；圆型和平行型则是PACS之间的联系，形成大型网络。

（二）PACS的影像传输基础设施

在PACS系统中，传输系统对数字化影像信息的输入、输出、检索和处理起桥梁作用，

而计算机系统又是完成以上功能的主要工具。

1. 计算机系统

（1）数据通讯系统：是连接计算机系统的桥梁，向各种装置提供连接和信息交换服务，以实现各种装置之间的信息资源共享。

（2）网络软件：为网络的组织者和管理者，包括网络协议、网络服务软件、网络管理软件和网络工具软件等。

（3）网络设备：包括网卡、集线器、交换机、路由器、网桥、网关、调制解调器等。

2. 网络系统

（1）局域网：通讯距离常为几百米到十几公里，传输速率高，数据传输可靠，误码率低。

（2）广域网：通讯距离一般为几百公里到几千公里或更远，而且又是依靠公共传输网络进行信息传递，故广域网的数据传输速率低，误码率较高。

另外，为了实现异构网的网际互联，相互交换信息，必须对计算机进行标准化。两个实体间实现通讯，必须使用共同的语言，交流内容、如何交流、何时交流都必须遵守各个实体都能接收的规则，这些规则的集合称为协议。这些协议是为网络数据交换而制定的，所以又称为网络协议。目前，所使用的协议有传输控制协议（transmission control protocol，TCP）和网际协议（internet protocol，IP）。

（三）PACS的网络结构

1. 客户机与服务器　客户机与服务器模式组是一个存储所有影像的专用服务器与数个异地或本地客户机通过网络线路相互连接的系统。服务器主要提供询问影像表、请求影像数据和存储影像三种功能。客户机只向服务器发出索取影像的要求。

2. 网络结构　PACS的网络结构由四个主要部分组成：DICOM服务器、数据库、光盘库和通信网络。与各种影像设备相连接的影像获取和显示工作站通过网络连接到PACS归档系统，再从存档服务器中把影像数据传送到光盘库存档或分发到相应的显示工作站上显示。

3. 传导的方法

（1）公用电话回路：简便易行且费用低，但传输速度太慢。经过信息压缩后的一张胸部数字影像大约需要19分钟才能传输出去。

（2）光导通讯：光纤通讯技术可以准确、高速地传输影像信息，且交换信息量大，使用率高。将一张胸部数字影像传输到300 m以外只需0.16秒。

（3）微波通讯：由PACS中心将数字化影像变成微波信号，按要求发射出去，获得信息的一方将收到的微波信号转换成数字化影像并重建。此方法不受地域的限制，传输速度快。若经卫星发射，可实现全球范围内的PACS传输，但造价太高。

4. 影响PACS传输速度的因素　终端与接口的数量、物理性连接都会增加电阻，不同信号媒介的转换均会直接降低传输速度。随着终端接口数量的增加，传输速度将减慢。在传输类型中，圆型加星型最为迅速，但造价高。使用电话回路造价低廉，但传输速度太慢。

5. PACS常用的网络操作系统和性能

（1）U-NIX：在运行过程中安全可靠、受病毒攻击少、网络兼容性高，且方便接入因特网。

（2）Netware：支持TCP/ IP协议是其最大优点，但需要专用服务器，如机器配置较低或工作站的操作系统以DOS为主时，它是最好的选择。

（3）Windows NT server：组网简单、管理方便、拥有良好的用户界面。缺点：目前只作为一个低端和中等规模的应用平台而存在。

学习笔记

（4）Linux：开放的代码源，可以运行在多种硬件平台上，支持大量的外部设备，支持 TCP/ IP 协议，支持的文件系统多达 32 种。缺点：操作繁琐、不安全也不支持实时处理。

（5）Windows for workgroups：传递电子信函消息、共享打印机和硬盘以及 CD-ROM 和其他设备。缺点：必须安装英文版的 Windows 3.1。

四、DICOM 协议与标准

为规范医学影像及其相关信息的交换，美国放射学会（ACR）和美国国家电子电器制造商协会（NEMA）联合推出 DICOM 标准。目前的 DICOM 3.0 标准已经由 1993 年发布之初的九部分扩展到 2007 年的十八部分涵盖了医学影像的采集、存储归档、传输通信、显示、打印、工作列表、成像工作流程及查询等几乎所有信息交换的协议，结构化地定义了制造厂商的兼容性声明。医院在采购影像成像设备时必须要求设备配置 DICOM Storage（存储）、Send/Receive（发送/接收）、Query/Retrieve（查询/检索）、Worklist（工作表）、Print（打印）、MPPS（设备执行程序步骤）等功能，以方便其顺利接入PACS 系统。

五、医学影像信息压缩

由于一幅医学影像的信息量非常大，如一幅数字 X 线影像的信息量就达 17 MB，为了达到高速度传输和减少存储空间，就必须对 PACS 的信息进行压缩。

目前公认的影像压缩技术标准有联合图片专家组（JPEG）和运动影像专家组（MPEG），分别使用于静止影像和运动影像的压缩编码。医学影像大多是静止影像，应根据 JPEG 标准压缩，不但可以压缩灰度影像，而且也可以压缩彩色影像。JPEG 可以压缩数字 X 线影像、CT、MRI、DSA、US 等。将一幅 2 000×2 000×12 位（8M）的数字影像进行 JPEG 压缩，在 10:1 的压缩比情况下，影像仍能保持原来的细节，通过 ISDN（综合业务数据网）传输时，所需时间由原来的 17 分钟左右缩短到 100 秒。

影像压缩方案有两种：有损压缩和无损压缩。无损压缩的压缩比十分有限，二维情况下仅在 1.3~3 之间，缺乏广泛的应用意义。有损压缩可达到更高的压缩效果，是影像压缩的主要使用方式。有损压缩虽然能提高传输速度、节约存储空间，但压缩比越大，丢失的影像信息就越多。

六、PACS 的常用术语

1. **PACS 系统**　是 RIS 和 HIS 系统的重要组成部分。它以计算机为基础与各种影像设备相连接，是一种利用各种大容量光盘存储技术，以数字方式存放、管理、传输、显示医学影像和病历的医学信箱公路系统。

2. **远程放射学系统**　是通过从一个地方到另一个地方以电子方式传送，并能及时分析放射影像，给出诊断意见的系统。同时还能够对医生进行继续医学教育，系统包括医学影像成像设备、影像数据采集设备、影像显示处理设备和远程通讯设备的集成计算机网络等。用于远程放射学服务的医学影像的空间分辨率必须大于或等于 2.5 lp/mm。远程放射学系统中包括网络中心络点和网络结点。

3. **网络中心结点**　提供放射学服务的都市医院医疗中心或影像中心。

4. **网络结点**　根据合同或隶属关系接受网络中心结点放射学服务的偏远乡村地区或军事系统医院、门诊部等医疗机构。

学习笔记

第八节　医用相机

一、医用相机分类

1. **根据成像方法分类**　可分为激光相机和热敏相机。
2. **激光相机根据激光光源分类**　可分为氦氖激光相机和半导体（红外线）激光相机。
3. **激光相机根据显像方法分类**　可分为湿式激光相机和干式激光相机。

二、激光相机的构造及功能

（一）激光相机的结构

1. **激光打印系统**　即受影像密度信号调制的激光扫描胶片，使之感光的部分是激光相机的核心部件，包括激光发生器、调节器、发散透镜、聚焦透镜、高精密电机及滚筒，其功能是完成激光扫描，使胶片感光形成潜影。

2. **探测板传输系统**　该系统包括供片盒、收片盒、吸盘、辊轴、电机和动力传动部件等。其功能是将胶片从供片盒中取出，经过传动装置输送到激光扫描位置。当胶片曝光完毕再将其传输到收片盒或直接输送到洗片机输片口，完成胶片的输送任务。

3. **接口、信息传递与存储系统**　此系统包括电子接口、磁盘或光盘、电缆或光缆和 A/D 转换器、计算机等。其主要功能是将主机成像显示的图像信息，通过电缆及电子接口、A/D 转换器输入到存储器，再进行激光打印。电子接口分视频接口、数字接口、DICOM 接口。一台激光相机可以连接多个成像装置，根据成像系统的输出情况选择不同的接口；为保证多机同时进行输入，激光相机装有硬盘，以缓冲进入的图像并进行队列打印，确保连续图像输入和图像打印无锁定进行。

4. **控制系统**　该系统包括键盘、控制板、液晶显示板及各种控制键或按钮。其功能是控制激光打印程序、幅式选择、图像质量控制调节等。

（二）激光相机的工作原理

1. **湿式激光相机**　激光相机的光源为激光束，激光束通过发散透镜系统投射到一个转动的多角光镜再折射，折射后的激光束再通过聚焦透镜系统打印在胶片上。激光束的强度可以由调节器调整，调节器受数字信号控制。成像装置把图像的像素单元值以数字的方式输入到激光打印机的存储器中，并以此直接控制每一像素单元的激光曝光强度。如果计算机按顺序输出与激光束在胶片上的位置的同期信号，则可以将顺序不同的电信号作为平面影像由激光照到胶片上。曝光后的胶片再经显影、定影处理，从而获得照片图像。

2. **干式激光相机**　医用干式激光相机与湿式激光相机结构基本相同，由打印系统、胶片传输系统、接口、信息传递及存储系统、控制系统等组成，只是在内部增加了显像热鼓。干式激光相机所使用的胶片成像原理与湿式探测板不同。胶片经激光扫描感光后其感光层的银离子还原成金属银，经过热鼓相邻的银离子形成结晶颗粒而显像。

（三）技术特性

1. **数字化、高分辨率和宽容度大的激光相机的影像基础**　来自 CT、DSA 等数字化的成像设备或视频信号，而氦氖激光束可以被聚焦到原子级，再加上选用特殊的超微粒激光探测板，所以激光片会获得极高的清晰度。激光相机具有极大的曝光宽容度是因为它的灰阶密度调整范围高达 8~12 bit 容量，从而可提供相当的灰度水平。

学习笔记

2. **激光相机的图像放大（或缩小）技术** 采用内插法（cubiespline sinterpolation），这种放大技术特点是先从原始数据中计算出像素值，使放大后图像的像素值保持不变，所以放大后的图像保留了原来图像的所有细节，真实地再现了原来的图像。

3. **自动窗口技术** 是激光相机的特点，通常窗口技术是由控制台选定的，正常的窗口技术值通过计算机计算后被激光相机的记忆系统储存，使窗口技术根据不同的设备（可多达 6 个设备通道）及操作者的需要进行确认，提供符合标准的图像效果。

4. **激光相机的最大特点** 始终保持标准的影像密度，它是通过胶片的特性曲线和冲洗条件的输入来完成的，结合激光相机内存的 9~17 个标准灰阶密度值，自动校准每幅图像的密度，故此它可以提供十分标准的照片密度，通常相机内存入多组特性曲线以备更换胶片或调整显影条件时选用。此外，如果在正常使用时发现在影像密度上有微小变化时可采用激光相机上的密度微调钮来做少量补偿。

三、医用热敏相机的构成及功能

医用热敏相机可分为直热式和热升华式。

1. **直热式热敏相机** 采用热敏打印头直接使干式热敏胶片显像，核心部件是热敏打印头。热敏打印头由铝基板、瓷质底层、光滑球体、保护层、抵抗层、加热线（热敏电阻）电极等组成。它的功能是将数字影像通过发热元件转换成灰阶影像。加热线由排列成阵列方式的一组热敏电阻元件构成，代表像素灰阶等级的热敏脉冲值促使发热，其发热温度在 100℃~200℃之间，每个热敏电阻均可单独发热，为保证热的传递效率，热敏头与胶片靠 300 g/cm^2 的压力紧密接触。

干式热敏胶片热敏层中的显影剂在温度和压力的双重作用下便发生变化，使热敏脉冲在干式热敏胶片上产生灰阶影像。热敏头的温度越高，加热时间越长，压力越大，胶片被加热的温度越高，影像的密度值就越大，即照片越黑；反之，则白。

2. **热升华式热敏相机** 干式热升华技术基于双膜部件系统设计，一个部件称为原料质膜，另一个称为受体膜。在外界所施加的热力作用下，彩色染色剂在变化的热力作用下原料质膜因受热蒸发、气化、升华到受体膜形成彩色或合成灰度影像。

四、医用相机的主要技术参数

1. **打印速度** 大尺寸胶片、高分辨率打印速度慢；小尺寸胶片、低分辨率则打印速度相对较快。典型值：8 英寸×10 英寸胶片：每小时可打印 160 张（23 秒/张），首张处理打印时间 57 秒。14 英寸×17 英寸胶片：每小时可打印 100 张（36 秒/张），首张处理打印时间 76 秒。

2. **多通道片盒** 一般可配置 1~3 个片盒通道，可装载不同尺寸胶片组合使用。

3. **图像的输入接口多通道** 一般可提供 1~6 个通道，并可选择数字或视频两种信号，多机输入是激光相机的一大优点。一台激光相机能同时连接多台影像装置，如 CT、MR、DSA、DR 等。由于其有内装硬磁盘可以缓冲进入的图像，把它们放在一个打印排队器中，这样，可以贮存、打印连续进行，在多台设备工作时具有自动存储排队功能，并可随时提供急诊优先权。

4. **像素数量** 典型值：8 英寸×10 英寸胶片：3 852×4 880 像素。14 英寸×17 英寸胶片：6 922×8 368 像素。

5. **分辨率** ①几何分辨率：每英寸 508 点（ppi）；②像素点尺寸：50 微米；③密度分辨率最高可达 16 384（14 位像素深度结构）。

6. **网络连接** 支持因特网 TCP/IP 协议和 DICOM 3.0 打印协议。

学习笔记

第九节　医用影像显示器

一、医用影像显示器的分类

1. **按显示原理和技术类型分类**　主要有阴极射线管显示器（cathode ray tube, CRT）、液晶显示器（liquid crystal display, LCD）和医用影像投影仪三种。

2. **按显示器外观分类**　可分为直画面的“竖屏”显示器、横画面4:3的“横屏”显示器、横画面16:9的“宽屏”显示器三种。“竖屏”显示器是为了适应传统14英寸×17英寸胶片竖直画面阅读影像的习惯和规则而设计的。

3. **按显示屏的分辨率分类**　常用的医用显示器有四种分辨率：1 280×1 024，1 600×1 200，2 048×1 536，2 560×2 048，分别对应1 mp，2 mp，3 mp，5 mp。与普通显示器不同的是医用LCD的分辨率是固定的，一般应选用3 mp以上。

4. **按显卡视频输出接口和显示器数量分类**　可分为单头单屏、双头双屏、四头四屏、八头八屏（用于会诊读片）。“头”表示显卡的视频接头。

5. **按应用用途分类**　可划分为三级：诊断级、浏览级和教学级显示器。

二、医用影像显示器的构成及功能

（一）医用CRT影像显示器的构成及功能

阴极射线管（CRT）型影像显示器由外壳、阴极射线管、高压嘴、显像管电路、偏转装置、视频电路和主电路板等部件构成。CRT是一个真空器件，由电子枪和荧光屏构成。电子枪是阴极射线管的主要组成部分，包括灯丝、阴极、栅极、加速阳极和聚焦极。CRT在加电以后，灯丝发热，热量辐射到阴极，阴极受热便发射电子，在偏转线圈产生的磁场作用下，电子束按照要求偏转，并扫描在CRT玻璃屏内壁涂覆的荧光粉上，电子束的动能转换成光能，从而显示出光点，由光点矩阵组成影像。

荧光屏采用磷涂层（荧光粉），荧光粉的材料是多种金属的化合物。不同的材料维持亮度的时间不同，称作余辉时间，有长余辉、中余辉、短余辉等各种CRT。在专业显示器上常用的荧光粉类型为P45和P104。P45荧光粉生成偏蓝的影像，而P104荧光粉则生成偏黄的影像。

（二）医用液晶显示器的构成及功能

液晶显示器的关键部件为液晶面板。液晶是一种规则性排列的有机化合物，它是一种介于固体和液体之间的物质，目前一般采用的是分子排列最适合于制造液晶显示器的nematic细柱型液晶。液晶本身并不能发光，它主要是使用背光光源，并通过电压的更改产生电场而使液晶分子排列产生变化，达到对背光光源光线的控制来显示影像。

常见的液晶面板类型有四种，目前广泛使用的是AM TFT-LCD（有源薄膜晶体管液晶显示器）型平板液晶显示器。它采用“背光”原理，使用灯光作为背光光源，通过辅助光学模组和液晶层对光线的控制来达到理想的显示效果。液晶面板主要由两块无钠玻璃夹着一个由偏光板、液晶层和彩色/单色滤光片构成的夹层所组成。偏光板、彩色/单色滤光片决定了有多少光可以通过液晶层及生成何种颜色或灰阶的光线，从而显示出彩色或灰阶影像。

目前液晶显示器一般采用冷阴极荧光管作为背光光源。冷阴极荧光灯管内充满惰性气体和微量水银，并在玻璃管内壁涂有荧光粉。当加高压到两端的电极上时，两极便开始放电，水银会因电子或充入的惰性气体的原子等相互碰撞而被激活，发出紫外线，紫外线再激活荧

学习笔记

光粉发光。

三、医用影像显示器的主要技术参数

1. 亮度 发光体在特定方向单位立体角单位面积内的光通量称为亮度，单位坎德拉/平方米（cd/m^2）。高亮度已经成为衡量阴极射线管和液晶板品质的重要参数之一。在一定视觉灵敏度下，背景亮度越高，人眼“恰能分辨的亮度差（JND）”也越大，人眼分辨细节的能力也越高。液晶显示器的亮度可以达到400 cd/m^2 以上，对比度可以做到550:1以上，响应时间小于25毫秒，可视角度达到水平160°、垂直135°以上的超宽视角。

2. 分辨率 分辨率包括空间分辨率和密度分辨率。空间分辨率常以描述物体的像素数量来度量。高分辨率显示器的可寻址像素矩阵可达2 048×2 560。密度分辨率用离散灰阶级的总数来度量，如CT的密度分辨率用12 bit表示，其最高密度分辨率为1/212（4 096级灰阶）。

3. 灰阶标准显示函数 同一信号的影像在不同显示装置上应该产生完全相同的视觉表现、视觉信息与特征。此外，对任一给定的数字化影像不论显示在显示器上，还是在观片灯观察，在视觉上也应该保持一致，为此DICOM 3.0标准的第十四部分PS 3.14制定统一的标准，以管辖在任何显示装置上表达的可视影像。该标准提供了一个客观、定量的办法，将数字影像值映射到给定的亮度范围(DICOM显示校正曲线)。对于某一具体应用，如果知道数字值与显示亮度之间的关系，则不论在何种显示装置上显示均可产生一致的视觉效果。

4. 对比度 表达显示器最亮值与最暗值之比，医用显示器要求表达灰阶影像的黑与白之间的程度，通常要求对比度在600:1。

5. 屏幕大小 即屏幕尺寸，CRT显示器的屏幕大小不一定是可视大小，而LCD基本上是屏幕大小就是可视大小。

6. 点距 每个像素占用的物理平面大小，该值越小，同样大小的屏幕所能显示的像素就越多，即分辨率越高。

学习笔记

第四章　数字 X 线摄影检查

第一节　X 线摄影基本知识

X 线摄影可以客观反映被照肢体的内部结构，正确记录人体组织和器官 X 线解剖图像或疾病信息。为了能进行正确的 X 线摄影和准确的 X 线诊断，需熟练掌握人体解剖学方面和 X 线摄影方面的术语和专用名词，正确运用人体体表定位标志，来表达 X 线摄影过程和 X 线影像反映的内容。

一、X 线摄影用术语和专用名词

X 线摄影是利用几何学投影原理，借助于 X 线对人体组织和器官的穿透性进行摄影成像的过程。掌握 X 线摄影用术语是做好 X 线摄影工作的基础，X 线摄影用术语主要有以下四类：

（一）解剖术语

1. 标准姿势（解剖学姿势）　人体直立，两眼向正前方平视，双上肢下垂置于躯干两侧，掌心向前，双下肢并拢，足尖向前。在 X 线摄影和影像诊断时，无论患者处于何种体位，都应以标准姿势作为定位的依据。

2. 解剖学基准面（标准平面）

（1）矢状面：指把身体任何部位沿前后方向分为左右两部分的平面，称为矢状面。使人体左右两部分相等，居人体正中线上的矢状面称为正中矢状面。

（2）冠状面（额状面）：沿左右方向将人体分为前后两部分的平面称为冠状面，又称额状面。

（3）水平面（横断面）：将人体横断分为上下两部分的平面称为水平面。头颅的水平面系指两眼眶下缘及外耳孔连线所构成的平面，又称横断面。

3. 人体轴线（体轴）　体轴是人体处于标准姿势时，通过人体某部结构的假设轴线，人体有三种互为垂直的体轴。

（1）垂直轴：自头部到足部的连线称为垂直轴，亦称人体长轴。

（2）冠状轴：人体左右两侧等高处的连线。

（3）矢状轴：人体腹侧与背侧等高处的连线。

4. 解剖学方位（相对关系）　解剖学方位是指在标准姿势下，描述人体结构间相对位置关系的术语。

（1）上和下：靠近头部者为上，靠近足部者为下。

（2）前和后：靠近身体腹面者为前（或称腹侧），靠近身体背面者为后（或称背侧）。

（3）内侧和外侧：以靠近正中矢状面近者为内侧，远离正中矢状面者为外侧。

（4）浅和深：距体表近者为浅，距体表远者为深。

（5）近和远：靠近心脏者为近端，远离心脏者为远端。

对于四肢来说，由于两侧肢体对称，叙述方位时，根据正中矢状面作为参考来叙述有时会产生一些误解。可根据一侧肢体骨骼解剖部位的相对关系来确定位置关系，如靠近尺骨者

学习笔记

为尺侧，靠近桡骨者为桡侧；靠近胫骨者为胫侧，靠近腓骨者为腓侧；靠近跖骨上部者为足背侧，靠近跖骨下部者为足底侧。

5. 关节运动

（1）屈伸运动：关节沿冠状轴运动，组成关节的上下两骨骼相互接近（两骨骼间的夹角度变小）的运动称为屈；相反，使组成关节的上下两骨骼相互远离（两骨骼间的夹角变大）的运动称为伸。

（2）旋转运动：骨骼环绕矢状轴进行的转动称为旋转运动。使骨的前面旋向内侧的称为旋内（或内旋）；使骨的前面旋向外侧的称为旋外（或外旋）。

（3）内收与外展运动：关节沿冠状面运动，使骨骼靠近正中矢状面的移动称为内收运动；反之，使骨骼远离正中矢状面的移动称为外展运动。

（二）X 线与探测器应用术语

1. X 线管长轴　X 线管阴极端与阳极端之间的连线称为 X 线管长轴。

2. X 线管窗口　X 线管管套上原发 X 线射出的部位称为 X 线管窗口，窗口平面与 X 线管长轴平行。

3. X 线投射方向　一般中心线与地面垂直的投射称为垂直投射，中心线与地面平行的投射称为水平投射。中心线向头端倾斜称为向上倾斜，中心线向足端倾斜称为向下倾斜。

4. 摄影床面中线　沿 X 线摄影床面长边方向，经床面短边中点所作的直线称为中线。床面不能移动的摄影床，床面中线与床下滤线栅的中线重合。

5. 摄影用距离

（1）焦-板距：指 X 线管焦点至探测板间的距离。

（2）焦-物距：指 X 线管焦点至被检物体中心所在平面间的距离。

（3）焦-台距：指 X 线管焦点至摄影床面间的距离。

（4）物-板距：指被检物体中心所在平面至探测板间的距离。

（三）身体体位术语

X 线摄影的身体体位是指 X 线摄影时被检者身体所呈的姿势。

1. 站立位　被检者身体直立，矢状轴与地面垂直的体位称为站立位。

2. 仰卧位　被检者仰卧于摄影床面上的体位称为仰卧位。根据 X 线投射方向不同，可分为：仰卧前后位（常用），X 线从被检者身体的前面射入；仰卧侧位，X 线从被检者身体的一侧射至对侧，呈水平投照。

3. 俯卧位　被检者俯卧于摄影床面上的体位称为俯卧位。根据 X 线投射方向不同，可分为：俯卧后前位（常用），X 线由被检者身体的背面射至前面；俯卧侧位，X 线从被检者身体的一侧射至对侧，呈水平投照。

4. 侧卧位　测被检者身体矢状面与摄影床面平行的体位称为侧卧位。左侧在下的称为左侧卧位，右侧在下的称为右侧卧位。根据 X 线投射方向不同，可分为：侧位，即 X 线由被检者身体的一侧射至对侧；侧卧后前位或前后位，X 线由被检者身体的背面射入或前面射入，呈水平投照。

5. 斜位　身体的冠状面与探测板呈一定角度的体位称为斜位。

（四）摄影方向术语

摄影方向是指摄影时，中心线投射于被检肢体的方向。

1. 矢状方向　X 线中心线的投射方向与矢状面平行的投射方向称为矢状方向。

（1）前后方向：X 线自被检者前方射入，后方射出的投射方向。头部也称额枕方向。

（2）后前方向：X 线自被检者后方射入，前方射出的投射方向。

学习笔记

2. 冠状方向　X线中心线的投射方向与冠状面平行的投射方向称为冠状方向。
（1）左右方向：X线自被检者左侧射入，右侧射出的投射方向。
（2）右左方向：X线自被检者右侧射入，左侧射出的投射方向。
3. 斜方向　X线中心线的投射方向自被检者的冠状面和矢状面之间射入的投射方向。
（1）左前斜位：X线自被检者身体的右后方射入，左前方射出的投射方向。
（2）右前斜位：X线自被检者身体的左后方射入，右前方射出的投射方向。
（3）左后斜位：X线自被检者身体的右前方射入，左后方射出的投射方向。
（4）右后斜位：X线自被检者身体的左前方射入，右后方射出的投射方向。
4. 轴方向　X线中心线与矢状轴相平行的投射方向。
（1）上下轴位：X线中心线自上而下的投射方向。
（2）下上轴位：X线中心线自下而上的投射方向。
5. 切线位　X线中心线与被检者肢体局部边缘相切的投射方向。

（五）摄影体位术语

1. 前后位　探测板置于被检部位的背侧，X线呈矢状方向从被检部位的前面射入的摄影体位称为前后位。

2. 后前位　探测板置于被检部位的前面，X线呈矢状方向从被检部位的后面射入的摄影体位称为后前位。

3. 侧位　探测板置于身体的一侧，X线呈冠状方向从身体的一侧射入的摄影体位称为侧位。身体左侧靠近探测板的称为左侧位，身体右侧靠近探测板的称为右侧位。

4. 右前斜位（又称第一斜位）　被检者身体的右前部贴近探测板（冠状面与探测板呈一定角度），X线从被检者身体的左后方射入的摄影体位称为右前斜位。

5. 左前斜位（又称第二斜位）　被检者身体的左前部贴近探测板（冠状面与探测板呈一定角度），X线从被检者身体的右后方射入的摄影体位称为左前斜位。

6. 右后斜位　被检者身体的右后部贴近探测板（冠状面与探测板呈一定角度），X线从被检者身体的左前方射入的摄影体位称为右后斜位。

7. 左后斜位　被检者身体的左后部贴近探测板（冠状面与探测板呈一定角度），X线从被检者身体的右前方射入的摄影体位称为左后斜位。

二、X线摄影体表定位标志

X线摄影体表定位标志点是指在人体的表面可以看到或扪到的固定标志点，这些点与体内某些解剖部位或器官位置相对应。定位点之间的连线称为定位线。定位点和定位线是X线摄影体位摆放的依据。

（一）四肢体表定位标志

（1）尺骨茎突为前臂近腕部内侧的突起。
（2）桡骨茎突为前臂近腕部外侧的突起。
（3）尺骨鹰嘴为肘关节后方的突起。
（4）肱骨内上髁为肘关节内侧的突起。
（5）肱骨外上髁为肘关节外侧的突起。
（6）肱骨大结节为位于肩峰外下方的突起。
（7）锁骨为横向位于胸廓前上方可触及的内低外高的骨骼。
（8）肩峰为肩胛冈外上方的突起。
（9）肩胛骨喙突为肩峰前内下深按可扪及到的突起。
（10）肩胛下角位于肩胛骨的最下端，与第7胸椎下缘等高。

学习笔记

(11) 内踝为小腿远端踝关节内侧的突起。

(12) 外踝为小腿远端踝关节外侧的突起。

(13) 胫骨粗隆为胫骨前上缘的突起。

(14) 腓骨小头为股骨外上髁下方可扪及到的突起。

(15) 髌骨为股骨远端前方可活动的骨骼。

(16) 股骨内上髁为股部远端膝关节内侧的突起。

(17) 股骨外上髁为股部远端膝关节外侧的突起。

(18) 髂嵴为髂骨最高位置处的突起，平第4腰椎高度。

(19) 髂前上棘为髂骨前上方的突起，平第2骶椎高度。

(20) 股骨大粗隆为股骨近端外上方的突起，平耻骨联合高度。

（二）胸部体表定位标志

(1) 胸骨颈静脉切迹位于胸骨上缘的凹陷处，平第2胸椎下缘高度。

(2) 胸骨角为胸骨柄与胸骨体的连结处，微向前凸，两侧与第2肋骨前端连结，平对气管分叉和第4、5胸椎椎体交界处。

(3) 剑突末端为胸骨最下端，平第11胸椎椎体高度。

(4) 肋弓构成胸廓下口的前缘部分，由第8~10肋骨前端分别与上位肋软骨相连，肋弓的最低点平第3腰椎高度。

(5) 锁骨中线为通过锁骨中点的垂线。

(6) 腋前线为通过腋窝前缘的垂线。

(7) 腋中线为通过腋窝中点的垂线。

(8) 腋后线为通过腋窝后缘的垂线。

（三）腹部体表定位标志

腹部脏器体表定位，常采用“九分法”，即用2条水平线和2条垂直线将腹部分为9个区。上水平线为经过两侧肋弓下缘最低点的连线，下水平线为经过两侧髂嵴最高点的连线；两条垂直线分别为左锁骨中点与左腹股沟韧带中点的连线和右锁骨中点与右腹股沟韧带中点的连线。所分的9个区分别为：上腹部为腹上区、右季肋区和左季肋区；中腹部为脐区、右腰区和左腰区；下腹部为腹下区、右髂区和左髂区。腹部主要脏器的投影见表4–1。

表4–1 腹部主要脏器的投影

右季肋区	腹上区	左季肋区
1. 右叶肝大部分 2. 胆囊一部分 3. 右肾一部分 4. 结肠肝曲	1. 右叶肝小部分，左叶肝大部分 2. 胃幽门及部分胃体 3. 部分胆囊、总胆管、肝动脉和门静脉 4. 十二指肠大部分 5. 胰腺头及体部 6. 两肾上部及肾上腺 7. 腹主动脉及下腔静脉	1. 左叶肝小部分 2. 胃贲门、胃底及胃体一部分 3. 脾 4. 结肠脾曲 5. 胰尾及左肾一部分
右腰区	**脐区**	**左腰区**
1. 部分胆囊 2. 右肾下部 3. 升结肠 4. 部分回肠	1. 胃大弯 2. 横结肠 3. 大网膜 4. 十二指肠小部分 5. 空回肠各一部分 6. 腹主动脉及下腔静脉 7. 双侧输尿管	1. 降结肠 2. 部分空肠 3. 左肾下部
右髂区	**腹下区**	**左髂区**
1. 盲肠 2. 阑尾 3. 回肠末端	1. 回肠袢 2. 膀胱 3. 子宫 4. 乙状结肠一部分 5. 直肠	1. 乙状结肠大部分 2. 回肠袢

学习笔记

由于腹部器官活动度较大，对腹部进行X线摄影时根据表4-1可了解到所摄脏器的大概范围，具体的X线中心线入射点必须根据体表定位标志，常用的体表定位标志有：①胆囊底体表投影为右肋弓与腹直肌外缘交界处；②成人肾门约平第1腰椎高度，肾上极平第11胸椎体下缘，肾下极平第2腰椎体下缘；③膀胱位于耻骨联合上方；④子宫位于盆腔内，前邻膀胱，后邻直肠；⑤输尿管行走于腰椎两侧（横突稍外方），过骶骨岬后向两侧成弧形弯曲，于膀胱后方进入膀胱。

（四）脊柱体表定位标志

脊柱的骨序在体表可触摸到，但要确定每一个椎骨的椎体相当困难，需要借助于某些椎体相对应的体表标志作为脊柱X线摄影的体表定位标志（见表4-2）。

表4-2　脊柱体表定位

部位	前面观对应平面	侧面观对应平面
第1颈椎	上腭	
第2颈椎	上腭牙齿咬合面	
第3颈椎	下颌角	
第4颈椎	舌骨	
第5颈椎	甲状软骨	
第6颈椎	环状软骨	
第7颈椎	环状软骨下2 cm	颈根部最突出的棘突
第2、3胸椎间	胸骨颈静脉切迹	肩胛上角
第4、5胸椎间	胸骨角	
第6胸椎	双乳头连线中点（男）	
第7胸椎	胸骨体中点	肩胛下角
第11胸椎	胸骨剑突末端	
第1腰椎	胸骨剑突末端与肚脐连线中点	
第3腰椎	脐上3 cm	肋弓下缘（最低点）
第4腰椎	脐	髂嵴
第5腰椎	脐下3 cm	髂嵴下3 cm
第2骶椎	髂前上棘连线中点	
尾椎	耻骨联合	

（五）头颅体表定位标志

颅骨解剖结构复杂，X线摄影时除摄取常规正、侧位整体片外，还采用某些特殊位置来显示局部的解剖，如乳突X线摄影、蝶鞍X线摄影等。为了做好头颅X线摄影工作，必须准备运用头颅的一些体表标志及由这些体表标志所连接的体表定位标志线，常用定位标志线有：

1. **听眶线**　为外耳孔与同侧眼眶下缘间的连线。听眶线为解剖学的水平线，与解剖学水平面平行。

2. **听眦线**　为外耳孔与同侧眼外眦间的连线，与同侧听眶线约呈12°角。

3. **听鼻线**　为外耳孔与同侧鼻翼下缘间的连线，与同侧听眶线约呈13°角。

4. **听口线**　为外耳孔与同侧口角间的连线，与同侧听眶线约呈23°角。

5. **听眉线**　为外耳孔与同侧眉间的连线，与同侧听眶线约呈10°角。

6. **瞳间线**　为瞳孔间的连线。

三、X线机的使用原则及使用注意事项

（一）X线机的使用原则

（1）使用前必须了解机器的性能、规格、特点和各部件的使用及注意事项，熟悉机器的使用限度及使用规则。

（2）使用中严格遵守操作规程，正确熟练地操作，严禁超负荷使用，连续使用应注意阳

学习笔记

极热量的积累，以保证机器使用安全。

(3) 在使用前，必须先调整电源电压，使电源电压表指针达到规定的指示范围。外界电压不可超过额定电压的±10%。

(4) 在曝光过程中，不可以临时调节各种技术参数按钮，以免损坏机器。

(5) 使用结束后及时记录机器的运行情况，严格执行岗位责任制和交接班制度，工作完毕应使机器处于安全状态。

(二) X线机使用注意事项

(1) 使用X线机前，应详细阅读机器的说明书，掌握控制面板上各开关按钮的使用方法及各仪器指示和信号现实的意义，严禁随意拨动各开关和按钮。

(2) 使用过程中，注意控制面板各仪表指示数值和信号显示情况，注意倾听电器部件工作时有无异常声音，观察活动部件有无运动受阻和相互碰撞现象。若出现异常声音和气味时，应及时关机，避免故障扩大。根据摄影部位选择合适的摄影条件，避免一次性超负荷过载使用，连续工作一段时间应停机休息片刻，避免X线球管因阳极热量过多存储而损坏，管套表面温度一般不可超过50℃。

(3) 固定式X线机必须经常检查接地状置是否良好，移动式X线机接通电源前应先接好接地装置。使用过程中，严防机件强烈震动；移动部件时，注意空间是否有障碍物；移动式X线机移动前为了保证X线管的安全，应将X线管及各种旋钮复位，并将X线管固定好。

(4) 严禁高压电缆与油类和紫外线等接触，因油类和紫外线会导致电缆绝缘橡胶变质，影响绝缘效果。高压电缆的弯曲直径应大于15 cm，否则会损坏绝缘橡胶。机房内要保持空气新鲜，温度和湿度要符合机器要求。机内部件应保持清洁，避免受灰尘、酸、碱和蒸发气体等污物的侵蚀。

(5) X线机如停机时间较长（超过1个月），重新使用前需对球管进行高压训练，训练正常后方可投入使用。

(6) 使用人员应对X线机进行定期保养，专业维修人员对机器进行定期检修，确保机器正常运行。

(三) X线机的一般操作步骤

(1) 闭合外电源总开关。

(2) 接通机器电源，调节电源调节器，使电源电压指示针在标准位置上。

(3) 检查球管、床中心、X线探测器中心是否在一条直线上。

(4) 根据检查需要进行技术参数选择。

(5) 根据需要选择曝光条件，注意先调节毫安值和曝光时间，再调节千伏值。

(6) 以上各部件调节完毕，患者投照体位摆好，一切准备就绪，即可按下手闸进行曝光。

(7) 工作结束，切断机器电源和外电源，将机器恢复到原始状态。

四、X线摄影原则及步骤

(一) X线摄影原则

1. **有效焦点的选择** 在不影响X线管超负荷的原则下，尽量采用小焦点摄影，以减少几何模糊，提高影像的锐利度。一般来说，较薄肢体（如四肢）和不易活动且照射也比较小（曝光量也比较小）的部位（如乳突）摄影时，应选择小焦点摄影；较厚质体（如腹部、头颅）和呼吸不易控制的部位（如胸部）进行摄影时，则选用大焦点摄影。若采用高千伏摄影技术，也可选用小焦点摄影。

2. 焦-板距和物-板距的选择　自X线管窗口射出的X线束呈锥状体向外放射，而并非平行光线，加上X线管焦点并非理想的点光源。因此，被照体的影像周围会形成半影，导致影像的锐利度下降。若加大焦-板距，原发X线的平行度提高了，形成的半影就会减小；但是随着焦-板距的增加，X线强度衰减量也会增加，导致实际到达探测板上的X线量减少。为了使探测板达到一定的量子检测量，就必须增加X线管的曝光量（即负荷量）。由于受X线管容量的限制，不可能无限量地增加焦-板距。综上所述，焦-板距的选择原则是在X线管负荷量允许的情况下，尽量增大焦点与探测板之间的距离，具体的选择要根据被检部位的厚度、机器性能和射线的性质而定。数字X线摄影时，一般胸部X线摄影的焦-板距采用180~200 cm，其他部位X线摄影的焦-板距采用110 cm。物-板距的选择原则是为了保证影像有较小的失真度，应尽量使被检肢体靠近并且平行于探测板；若肢体因故不能靠近探测板，可在X线管容量负荷允许的情况下，适当加大焦-板距，以减少被检肢体影像的放大失真。因此，在实际摄影时应尽量缩小物-板距，如肢体与探测板不能贴近时，应适当增加焦-板距。

3. 中心线及斜射线的应用　中心线应用的一般原则是中心线经过被检肢体的中心，垂直于被检肢体和探测板。但是有时为了避免影像过多地重叠，在无法改变被检者体位的情况下，可将中心线倾斜一定的角度（如头颅局部位置的X线摄影）。是X线束的重要组成部分，摄影时除了利用好中心线外，还要充分利用斜射线。例如手的后前斜位摄影时，可利用中心线对准第5掌骨头，利用斜射线使掌指骨成像，减少掌骨的重叠。实际X线摄影中，在重点观察的肢体或组织器官平行于探测板时，中心线垂直于探测板；与探测板不平行而成角度时，中心线与探测板夹角的分角线垂直。倾斜中心线与利用斜射线可取得相同效果。

4. 呼气与吸气的应用　患者的呼吸动作对影像质量有很大影响。根据不同的部位，可采用以下几种屏气方式。

（1）平静呼吸下屏气：心脏、上臂、肩、肋骨、颈部及头颅等部位，因呼吸时胸部肌肉牵拉，使以上部分发生颤动，应在平静呼吸下屏气摄片。

（2）深吸气后屏气：应用于肺部及膈上肋骨的摄影。可增加肺内含气量，提高对比度，同时使膈肌下降，使肺野暴露更充分。

（3）深呼气后屏气：常用于腹部及膈下肋骨的摄影。呼气后膈肌上升，腹壁厚度减薄，影像较清晰。

（4）缓慢连续呼吸：在曝光时患者作均匀连续的慢而浅的呼吸动作，使某些重叠的组织因呼吸变模糊而被摄部位可较清晰地显示，如胸骨正位的摄影。

（5）平静呼吸下屏气：用于下肢、手及前臂、躯干等部位摄片。

5. 滤线设备的应用　滤线设备有滤过板和滤线器两种。滤过板有平板式和楔形式两种，诊断用X线机多使用平板式滤过板，滤过板厚度和材料的选择需根据X线管管套本身的固有滤过和所使用的管电压而定。一般来说，X线管管套本身固有的滤过为0.5~1.0 mm铅当量；中、大型诊断用X线机，使用60~70 kV管电压摄影时需采用1.0 mm附加铝滤过板，80~90 kV管电压摄影时需采用1.5 mm附加铝滤过板，90~100 kV管电压摄影时需采用2.0 mm附加铝滤过板，100~110 kV管电压摄影时需采用2.5 mm附加铝滤过板，使用130 kV以上管电压进行摄影时需采用3.0 mm附加铝滤过板。被检肢体厚度超过15 cm或管电压超过60 kV时，应使用滤线器摄影技术。使用滤线器摄影时，必须熟悉所用滤线器的特性和使用注意事项。

6. 摄影体位选择原则　摄影体位的选择一般以整体片为主，局部片为辅的原则。定位明确的局部病变可直接摄局部片，如头颅外伤的切线位、鼻骨侧位等。四肢长骨摄影时必须包括上下两个关节或邻近一端的关节。

7. 曝光条件的选择原则　选择曝光条件必须了解病人的病情、被检肢体的解剖结构及临

学习笔记

床对照片影像的特殊要求等。一般来说，对能够采用高千伏摄影技术者尽量使用高千伏摄影，以获得较多的影像信息，同时尽可能减少病人的吸收剂量。为了提高影像的对比度，必须充分利用消除散射线装置。对于外伤病人、危重病人以及婴幼儿进行X线摄影时，应尽量缩短曝光时间。

8. **体厚测量原则**　被检部位的体厚是选择曝光条件的主要依据。测量体厚时，体厚尺的横杆与游标杆应平行，测量点的选择要适当，如上薄下厚的胸部可取第6胸椎处，并以平静呼吸时的厚度为准。因为吸气较呼气所增加的厚度是空气充盈肺泡所致，肺实质密度反而降低，对X线的吸收并不会增加。其他部位的体厚测量，则应按曝光时的呼吸状态进行测量。

9. **肢体、X线管和探测板固定原则**　肢体、X线管和探测板在曝光时必须进行固定，以减少影像的运动模糊。被检肢体的固定首先必须考虑肢体的位置要符合摄影体位的要求，同时使患者处于较舒适的姿势，必要时利用不同的设备和器具加以固定，常用棉垫、软木塞和沙袋等。X线管和探测板的固定主要依靠机械装置和电器装置加以固定。

10. **对患者的防护原则**　防止非检查部位受X线的照射，加强对敏感器官如角膜、甲状腺、性腺的保护，在保证影像质量的前提下尽量减少受检部位的照射剂量。

(四) X线摄影步骤

1. **阅读会诊单**　仔细阅读会诊单内容，认真核对患者姓名、年龄、性别，了解患者病史，明确投照部位和检查目的。

2. **确定摄影位置**　一般根据医嘱用常规位置投照，如遇特殊病例可根据患者的具体情况加照其他位置，如切线位。

3. **摄影前的准备**　去掉一切影响X线穿透力的物质，如发夹、金属饰物、膏药等。有条件者换上专为患者准备的衣服。脊柱、骨盆和尿路等平片时，应事先做好肠道准备。

4. **选择合适的照射野**　应按患者检查部位的大小及临床要求选择合适的照射野。

5. **信息录入**　将患者的姓名、性别、年龄、X线号、摄影部位和观察方向输入到采集工作站，曝光后将左右标记标注在图像的适当部位，不可摆在诊断范围之内。

6. **摆位置对中心线**　依照部位及检查目的，按标准位置摆好体位，尽量减少患者痛苦。根据要求将中心线对准被摆位置中心，观察患者位置是否包括要求投照的范围。

7. **测量肢体厚度**　用体厚尺测量体厚。

8. **训练呼吸动作**　在摆位置前根据要求做好呼气、吸气或屏气动作训练，要求患者完全合作。

9. **选择焦-板距**　按部位要求选择好球管与探测板的距离。

10. **选择曝光条件**　根据投照部位、体厚、生理和机器条件，选择最佳kV、mA及时间。

11. **曝光**　以上各步骤完成后，再校正控制台各曝光条件是否有错，然后曝光。在曝光过程中密切注意各仪表盘工作状况。

12. **曝光结束**　操作者签名，特殊检查体位应做记录。

第二节　四肢摄影

一、投照注意事项

(1) 摄影前应认真阅读摄影申请单，明确检查目的，正确选择摄影体位。

(2) 在长骨摄影时，必须包括上、下两个关节或邻近一端的关节，以明确其解剖位置。肢体长轴与探测板长轴平行。

学习笔记

(3) 照相时，在一张胶片上摄取同一肢体的两个位置，肢体的同一端应放在胶片的同一端，以便于读片。

(4) 病情危重患者在不影响摄片质量的情况下，尽量少搬动病人。对外伤患者进行摄影时，应尽量采用改变X线方向或移动摄影床床面等方式来适应摄影体位的要求；若要移动肢体，应做到轻、准、快，以免发生骨折错位或增加病人痛苦。

(5) 摄影时，应根据被检部位的大小，选用合适的照射野，其大小应充分包括被检部位的软组织，四肢摄影的焦–板距，一般都采用110 cm。

(6) 较厚部位摄影时，应使用滤线器投照，且选用适当厚度的滤过板，厚薄悬殊较大的部位摄影时，应利用阳极效应。

(7) 婴幼儿骨关节摄影，常规摄取双侧影像，以便对比。成人骨关节摄影需摄对侧肢体影像对比时，摄影条件应与被检一侧相同。

(8) 摄影时，各种位置尽量保持其正常解剖形态，减少变形。

(9) 去除摄片范围内影响X线穿透的体外异物（固定骨折的器具除外）。观察骶尾及骨盆病变时，如肠内容物过多，可先清洁灌肠。

(10) 摄影时应注意对被检者的X线防护，特别注意体位防护的运用。

二、适应证与禁忌证

(一) 适应证

1. **外伤**　观察有无骨折、关节脱位及移位情况。
2. **感染**　检查感染的部位、病原（化脓性、结核性）及有无并发症。
3. **肿瘤及肿瘤样病变**　查明肿瘤发生部位，判别良、恶性病变或转移性病变。
4. **先天性畸形**　明确畸形的部位和类型。
5. **关节病变**　探寻原因，了解关节病损、变形的程度。
6. **骨骼生长障碍**　提供诊断依据。
7. **营养障碍性骨病**　探查原因（如维生素D缺乏、维生素C缺乏等）。
8. **内分泌性骨病**　探查原因（如甲状旁腺功能异常、甲状腺功能减退等）。
9. **骨中毒性疾病**　提供临床诊断依据（氟中毒、铅中毒）。
10. **其他**　累及到骨骼的全身性疾病，提供诊断依据。

(二) 禁忌证

怀孕早期不可进行X线摄影。

三、上肢常用摄影体位

(一) 手后前位

【摄影目的】观察手部骨与关节及组织病变。重点检查第1、2、3掌指骨病变。

【摄影体位】患者侧身坐于摄影床一端，患臂侧伸，肘部弯曲约成直角，掌面及腕部平放探测板上，第3掌骨头置于探测板中心，手指平行于探测板长轴，五指伸直稍分开（图4–1a）。

【中心线】中心线对准第3掌骨头，垂直射入探测板。

【体位显示标准】①显示第2~5掌、指骨的正位影像，第1掌骨、拇指的斜位像；②软组织影像显示良好（图4–1b）。

学习笔记

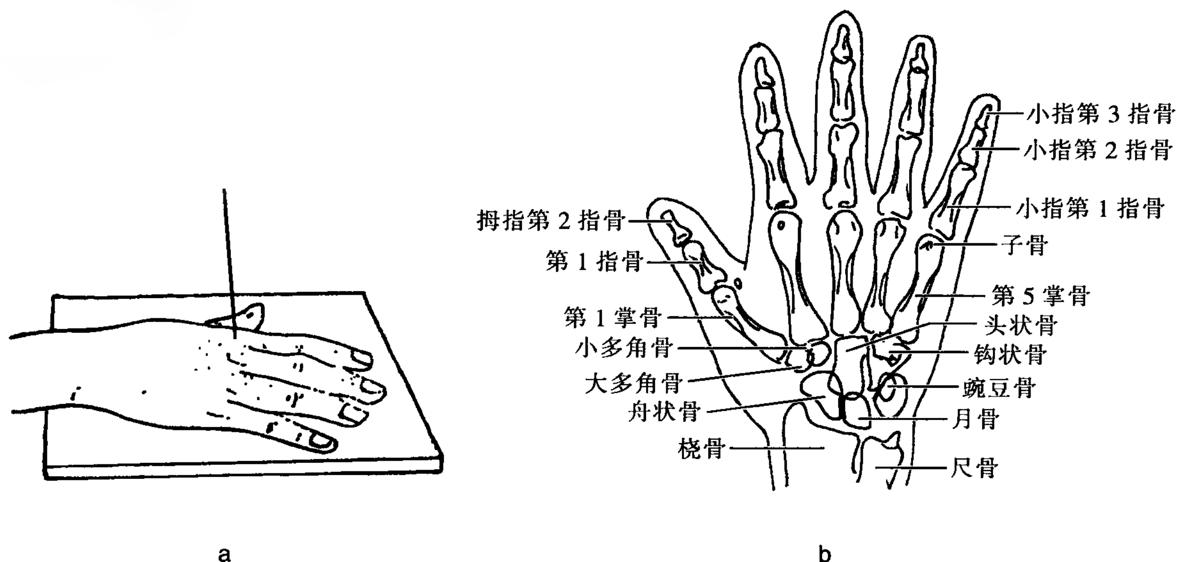


图4-1 手后前位

（二）手侧位

【摄影目的】手部异物定位和拇指病变。

【摄影体位】患者侧身坐于摄影床一端，被检一侧手伸直，尺侧在下，拇指向掌侧伸直并位于并拢的四指前，手掌与探测板垂直，第5掌指关节置于照射野中心（图4-2a）。

【中心线】中心线对准第2掌骨头垂直射入探测板。

【体位显示标准】①显示第2~5掌指骨侧位像，诸骨相互重叠，拇指正位像；②手掌侧和背侧软组织影像显示良好（图4-2b）。

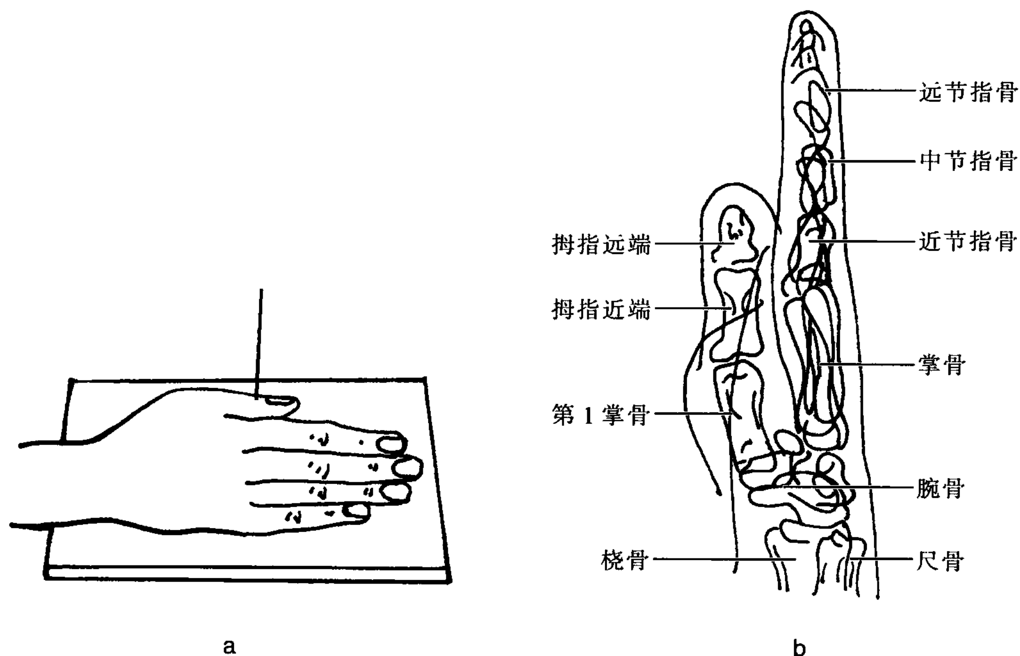


图4-2 手侧位

学习笔记

(三) 手掌下斜位

【摄影目的】显示第 2~5 掌、指骨的背侧内部及掌侧外部的骨皮质。

【摄影体位】被检一侧小指和第 5 掌骨放在探测板外边的内部，手掌向内倾斜，各指均匀分开，稍屈曲，使指尖部触及片盒，第 3 掌骨头在照射野中心（图 4–3a）。

【中心线】对准第 3 掌骨头垂直射入探测板。

【体位显示标准】①显示第 2~5 掌、指骨的斜位影像；②软组织影像显示良好（图 4–3b）。

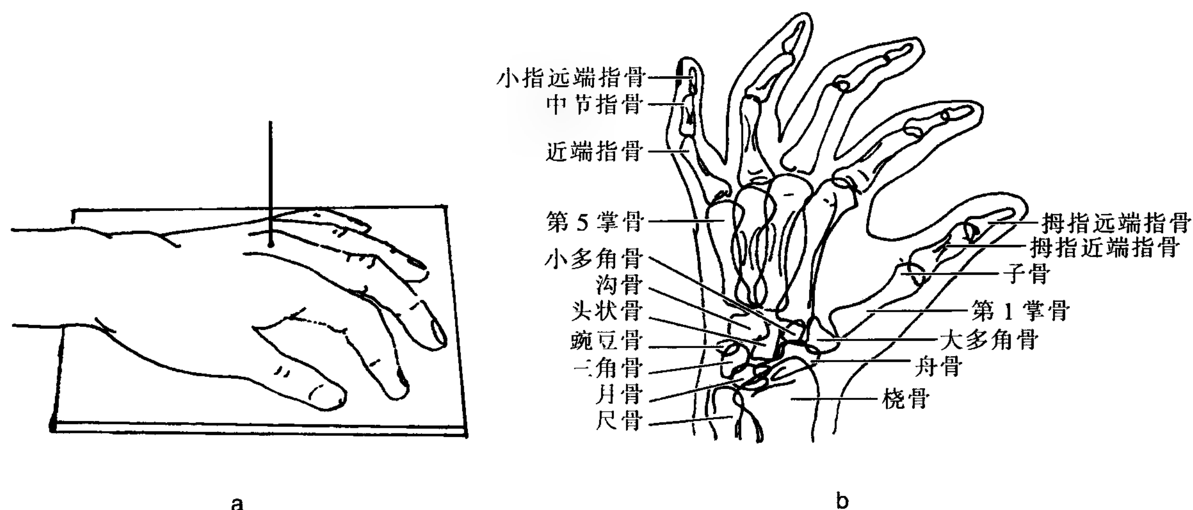


图4–3 手掌下斜位

(四) 手掌上斜位

【摄影目的】显示第 2~5 掌、指骨的掌侧内部、背侧外部的骨皮质。

【摄影体位】手的尺侧置于探测板内边，手指稍分开，手背向外倾斜与片盒约呈 45°角，第 4 及 5 指触片盒上，第 3 掌骨头在照射野中心（图 4–4a）。

【中心线】对准第 3 掌骨头垂直射入探测板。

【体位显示标准】①显示第 2~5 掌、指骨的斜位影像；②软组织影像显示良好（图 4–4b）。

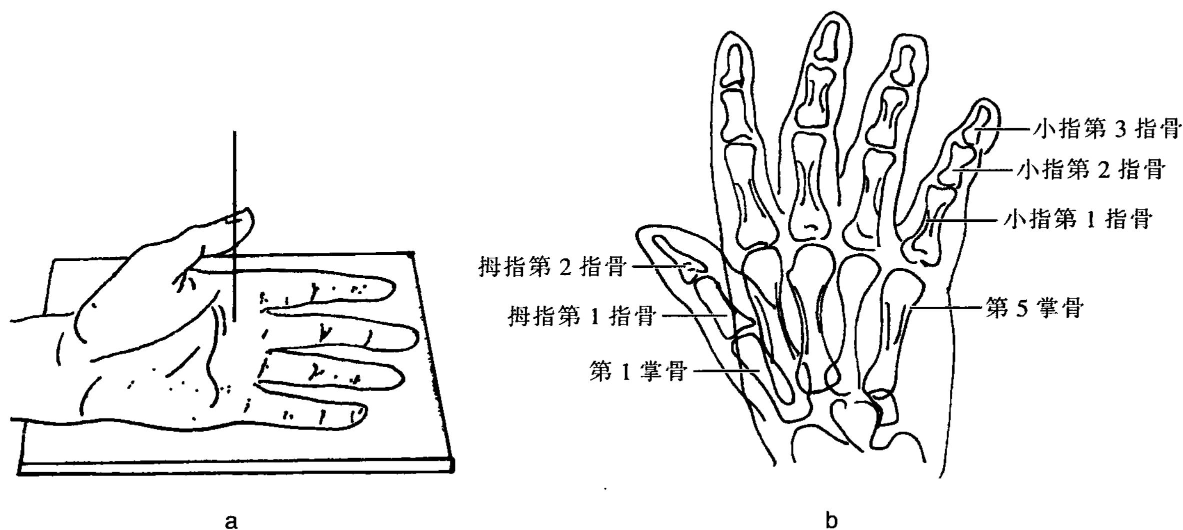


图4–4 手掌上斜位

学习笔记

（五）拇指正位

【摄影目的】显示拇指正位影像。

【摄影体位】此位置有两种摆法：①掌下正位，见手侧位片，纸包探测板下垫纱布卷，使拇指保持水平；②掌上正位，手内旋并外翻，将拇指背面平置探测板上（图 4–5a）。

【中心线】对准拇指近端垂直射入探测板。

【体位显示标准】①显示拇指正位影像；②软组织影像显示良好（图 4–5b）。

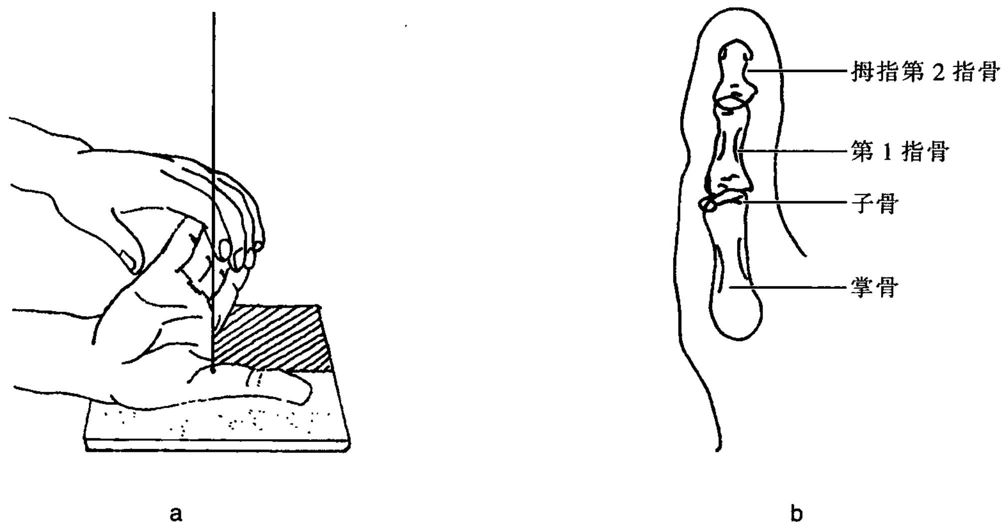


图4–5 拇指正位

（六）拇指侧位

【摄影目的】显示拇指侧位影像。

【摄影体位】患手第 2~5 指屈曲呈半握拳状，手背向上，拇指外侧向下置纸包探测板上（图 4–6a）。

【中心线】对准拇指近端垂直射入探测板。

【体位显示标准】①显示拇指侧位影像；②软组织影像显示良好（图 4–6b）。

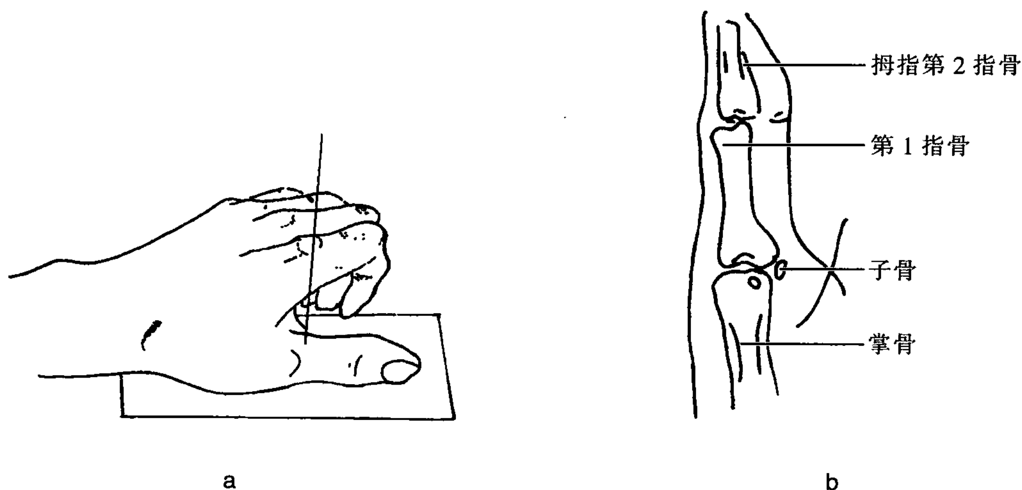


图4–6 拇指侧位

学习笔记

（七）腕关节正位

【摄影目的】腕骨、腕关节及桡骨远端病变和软组织病变。

【摄影体位】患者侧身坐于摄影床一侧，前臂伸直，肘部弯曲约成直角，手呈半握拳状，掌面下，以便腕部紧靠探测板；尺、桡骨茎突连线中点置于探测板中心（图 4-7a）。

【中心线】中心线对准尺、桡骨茎突连线中点垂直射入探测板中心。

【体位显示标准】①显示腕骨、掌骨基底部、尺骨和桡骨远端的正位影像；②腕桡关节面清晰；③软组织影像显示良好（图 4-7b）。

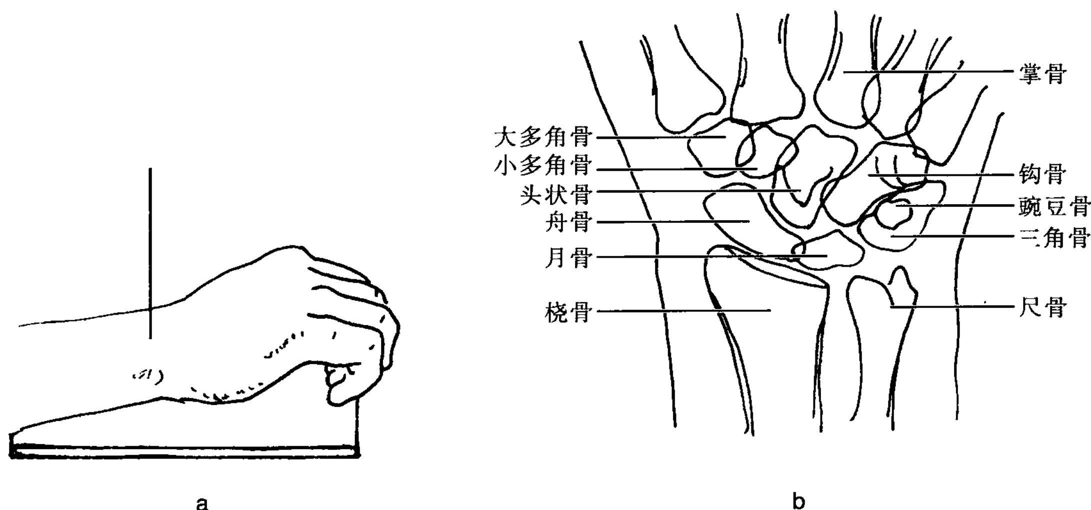


图4-7 腕关节正位

（八）腕关节侧位

【摄影目的】明确尺桡骨远端的骨折、移位和关节脱位的诊断。

【摄影体位】患者侧身坐于摄影床一侧，患臂侧伸，手呈自然半握拳状，将第 5 掌骨和腕部尺侧紧靠探测板，将尺骨茎突置于探测板中心（图 4-8a）。

【中心线】中心线对准桡骨茎突垂直射入探测板中心。

【体位显示标准】①显示腕骨、掌骨基底部、尺骨和桡骨远端的侧位影像；②腕骨重叠较多，月骨显示较为清晰；③腕部背侧和掌侧的软组织影像显示良好（图 4-8b）。

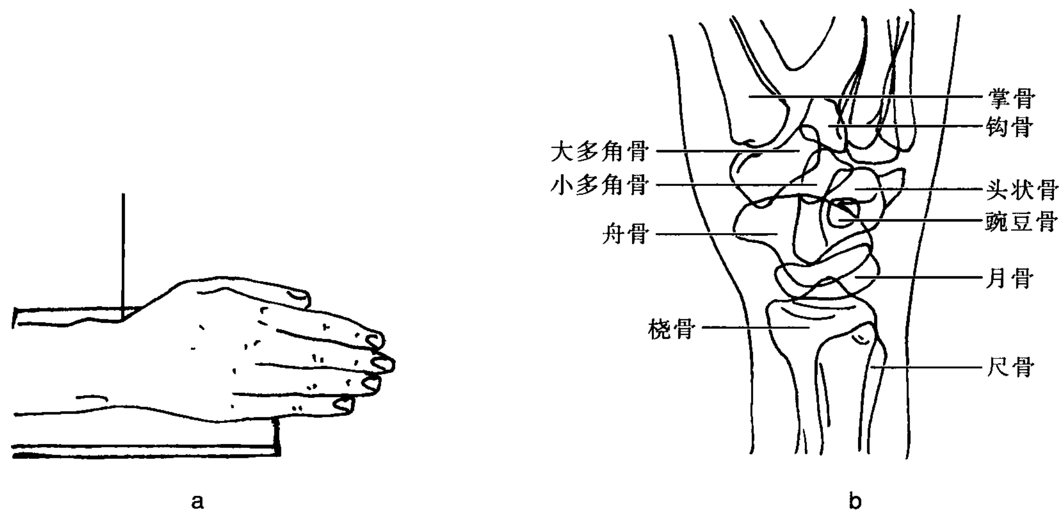


图4-8 腕关节侧位

学习笔记

(九) 腕部尺偏位

【摄影目的】检查舟骨病变。

【摄影体位】患者坐于摄影床旁，被检一侧手和前臂伸直，腕部置于远端抬高 20°角探测板上，腕部平行放于探测板上，这样可使探测板与舟骨平行，然后尽量将手偏向尺侧，使舟骨与它的邻近骨骼尽量分开，舟骨显示清晰。掌面向下，腕部置于照射野中心（图 4–9a）。

【中心线】中心线对准尺骨和桡骨茎突连线中点与摄影台垂直，与探测板呈 20°角。如探测板远端不抬高，中心线向头侧倾斜 20°角经尺骨和桡骨茎突连线中点射入探测板。

【体位显示标准】①显示舟骨长轴展开影像；②舟骨形态、骨质及与其他骨的邻接面显示清晰（图 4–9b）。

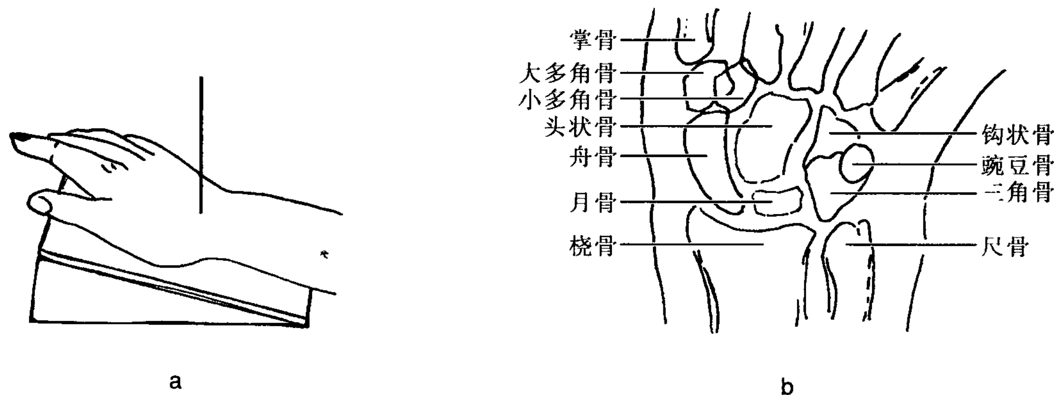


图4–9 腕部尺偏位

(十) 腕骨轴位

【摄影目的】显示豌豆骨、大多角骨、钩骨及舟骨的掌面骨质。

【摄影体位】腕部掌面向下，手掌稍向桡侧偏移。腕部皱褶处对探测板后 2/3：①使手掌抬起，极度向背侧屈曲，可让被检者自己用对侧手协助牵拉；②被检者背向摄影台站立，上臂向后，手掌平置片盒上，前臂极度向手背屈曲（图 4–10a）。

【中心线】①向肘部倾斜 25°~30°角；②向指端倾斜 25°~30°角。均经第 3 掌骨基底部上方 2 cm 处射入探测板。

【体位显示标准】腕骨轴位投影呈半月状排列，豌豆骨、大多角骨、钩骨及舟骨的掌面骨质显示清晰，其他部分重叠（图 4–10b）。

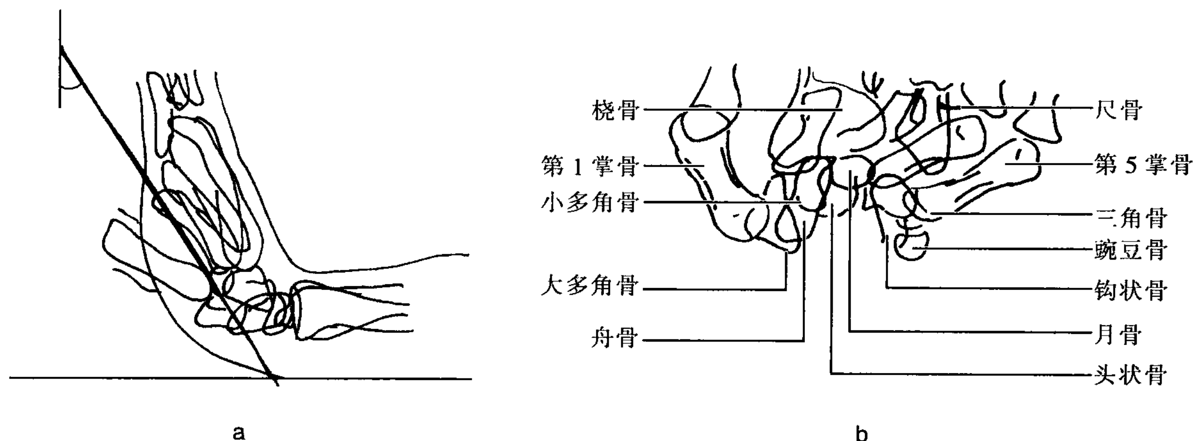


图4–10 腕骨轴位

学习笔记

（十一）前臂前后位

【摄影目的】尺、桡骨和前臂软组织病变。

【摄影体位】患者侧身坐于摄影床一端，被检一侧前臂伸直，手掌向上，腕部轻度外旋，使前臂能保持正确前后向，前臂长轴与探测板长轴平行，肩部放低，手背与前臂及所包括关节均需紧靠探测板，前臂中点置于照射野中心，照射野上缘包括肘关节，下缘包括腕关节（图4-11a）。

【中心线】中心线对准前臂中点垂直射入探测板中心。

【体位显示标准】①显示尺骨、桡骨、肘关节及腕关节正位影像；②前臂软组织影像显示良好（图4-11b）。

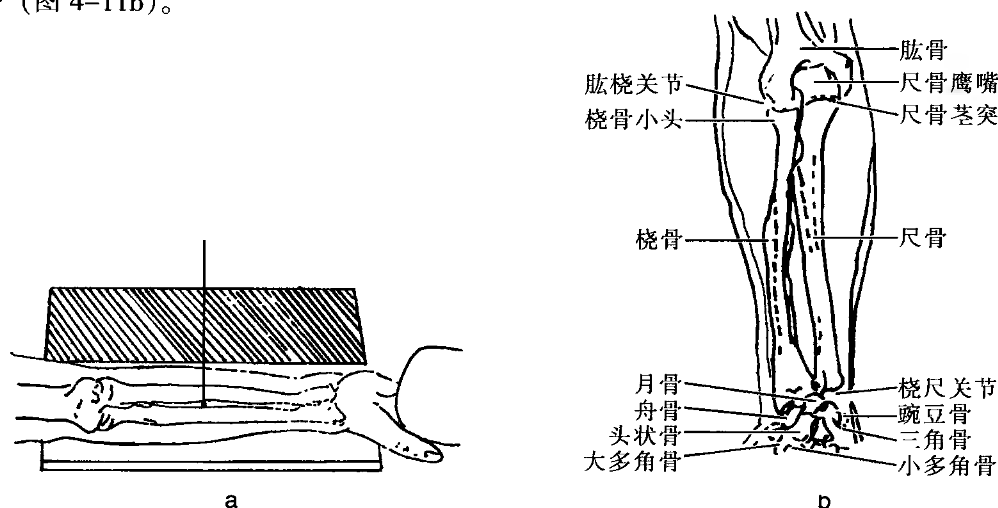


图4-11　前臂前后位

（十二）前臂侧位

【摄影目的】尺、桡骨和前臂软组织病变。

【摄影体位】患者侧身坐于摄影床一端，前臂伸直且稍内收，肘部弯曲约成90°角。尺侧在下置于探测板上，肩部应放低，尽量使上臂与台面接近，前臂中点置于照射野中心，照射野上缘包括肘关节，下缘包括腕关节（图4-12a）。

【中心线】中心线对准前臂中点垂直射入探测板中心。

【体位显示标准】①尺、桡骨、肘关节及腕关节侧位影像；②前臂软组织影像显示良好（图4-12b）。

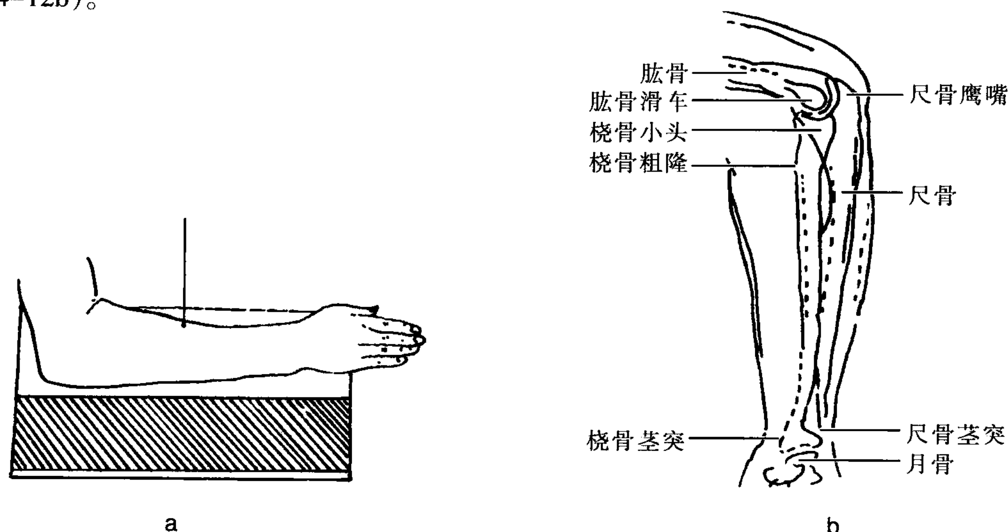


图4-12　前臂侧位

学习笔记

(十三) 肘关节正位

【摄影目的】用于肘关节、尺桡骨近端、肱骨远端和肘部软组织的病变。

【摄影体位】患者侧身坐于摄影床一端，肘关节伸直，背侧在下。尺骨鹰嘴突置于探测板中心，肘部背侧紧靠探测板。患者身体稍向患侧倾斜，以使肘部保持正确的前后向，肩部放低，上臂及前臂尽量靠近探测板。若肘关节不能伸直，应使上臂和前臂与摄影床的成角相等（图 4-13a)。

【中心线】中心线对准肱骨内、外髁连线中点垂直射入探测板中心。

【体位显示标准】①显示肘关节及尺、桡骨近端，肱骨远端正位影像，关节间隙清晰；②肘部软组织影像显示良好（图 4-13b)。

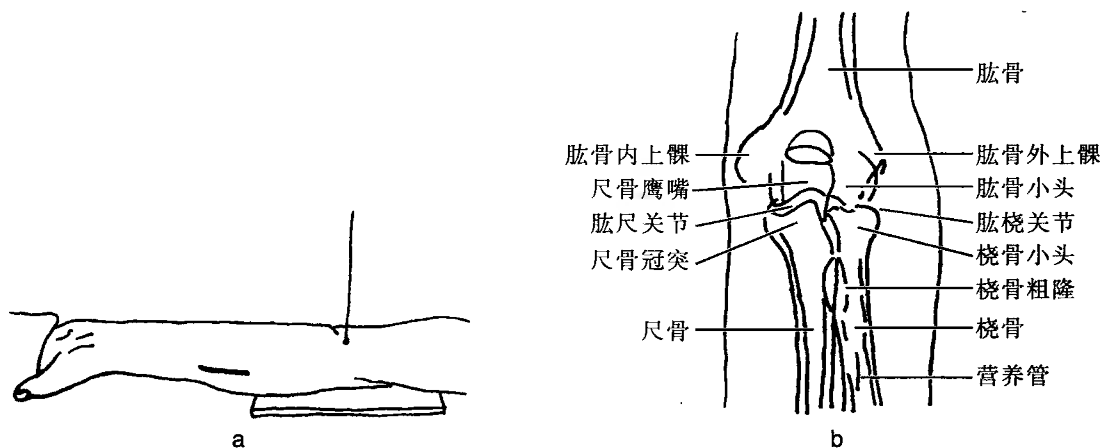


图4-13 肘关节正位

(十四) 肘关节侧位

【摄影目的】肘关节、尺桡骨近端，肱骨远端和肘部软组织的病变。

【摄影体位】患者侧身坐于摄影床一侧，被检一侧前臂伸直，肘部弯曲约成90°角，手掌呈侧位，尺侧在下。肱骨内上髁置于照射野中心，肩部放低，上臂与台面接近，并与探测板长轴平行（图 4-14a)。

【中心线】对准肱骨外上髁垂直射入探测板中心。

【体位显示标准】①显示肘关节及尺、桡骨近端，肱骨远端侧位影像，关节间隙清晰；②肘部软组织影像显示良好（图 4-14b)。

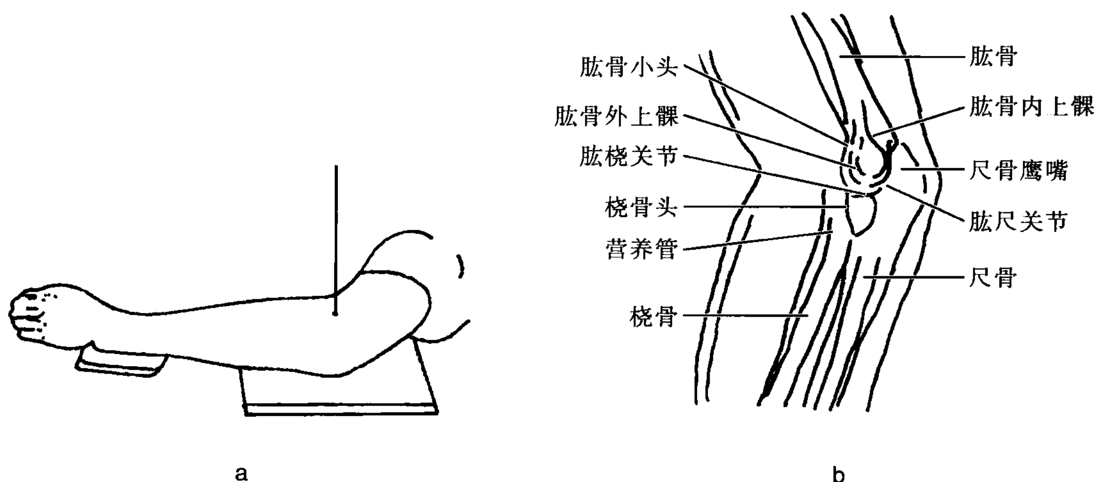


图4-14 肘关节侧位

（十五）肘部轴位

【摄影目的】适用于肘关节外伤，了解尺神经沟受损的情况。

【摄影体位】患者侧坐于摄影床一端，被检一侧上臂前伸，背侧紧靠探测板，肩部尽量放低，尽量使上臂平行台面肘部极度屈曲，使手指触及肩部，尺骨鹰嘴突置于照射野中心。

【中心线】①欲显示尺骨鹰嘴轴位像时，中心线对准尺骨鹰嘴上方 2.5 cm 处垂直射入探测板；②欲显示尺神经沟时，中心线向肩部倾斜 30°角，经鹰嘴突上方 2.5 cm 射入探测板。

【体位显示标准】①显示尺骨鹰嘴轴位像：鹰嘴突出于肱骨髁下方，鹰嘴突显示极清晰，尺神经沟额面前缘及垂直面显示在鹰嘴突的内侧，为一微凹的切线像；②尺神经沟像：尺骨鹰嘴突与肱骨远端有较大的重叠，内髁尺神经沟的凹面较深，为其后方及垂直面的切线影像（图 4–15）。

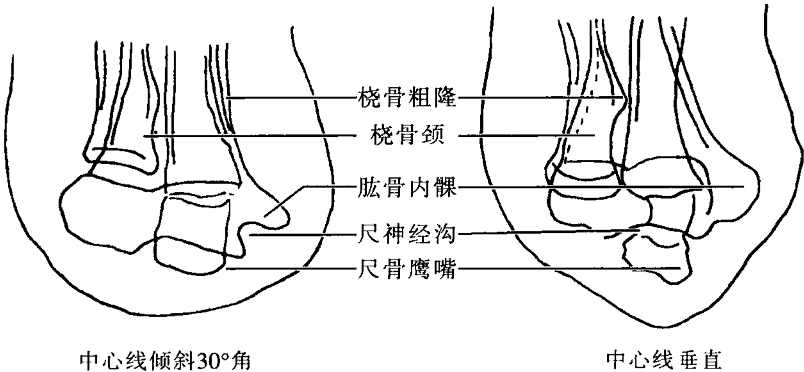


图4–15 肘部轴位显示图

（十六）上臂前后位

【摄影目的】肱骨和上臂软组织的病变。

【摄影体位】患者仰卧于摄影床上，被检一侧上肢伸直，且外展 20°~30°角，手掌向上，对侧肩部用沙袋垫高，使患侧上臂背侧紧靠摄影床面，肱骨长轴与探测板长轴平行，上臂中点置于照射野中心。如病变局限于一端时可只包括邻近的一侧关节（图 4–16a）。

【中心线】中心线对准肱骨中点或病变区垂直射入探测板。

【体位显示标准】①显示肱骨的前后位影像；②上臂软组织影像显示良好（图 4–16b）。

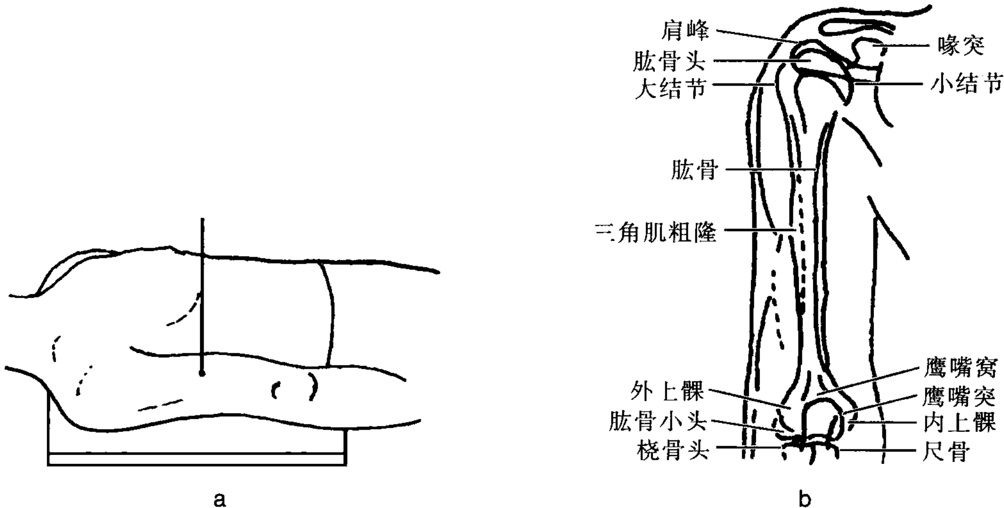


图4–16 上臂前后位

学习笔记

(十七)上臂侧位

【摄影目的】肱骨和上臂软组织的病变。

【摄影体位】患者仰卧于摄影床上，健侧肩部用沙袋垫高，被检一侧上臂稍外展，使上臂与躯干分开，肘关节屈曲呈90°角，手内旋置于腹前，使被检一侧肱骨内、外上髁相互重叠，成侧位姿势。上臂中点置于照射野中心。如病变局限于一端时可只包括邻近关节（图4-17a）。

【中心线】中心线对准肱骨中点或病变处垂直射入探测板。

【体位显示标准】①显示肱骨的侧位影像；②上臂软组织影像显示良好(图4-17b)。

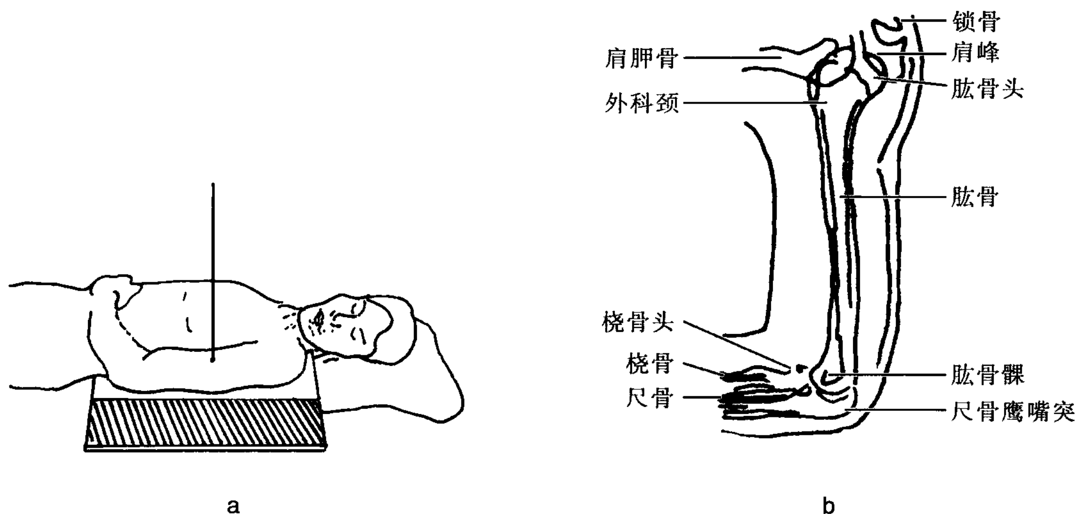


图4-17 上臂侧位

(十八)肩关节前后位

【摄影目的】用于观察肩关节、肩锁关节病变。

【摄影体位】患者仰卧于摄影床上，被检一侧上肢伸直稍向外展，手掌向上，将对侧肩部和髋部用沙袋或枕头稍垫高，头部转向检侧，使检侧肩部紧靠摄影床面。照射野上缘超出肩部上方软组织2 cm，外缘超出上臂软组织，前臂以沙袋固定。肩胛骨喙突置于照射野中心（图4-18a）。

【中心线】中心线对准肩胛骨喙突垂直射入探测板。

【体位显示标准】①显示肩关节正位影像，关节间隙显示清晰；②肩部软组织影像显示良好（图4-18b）。

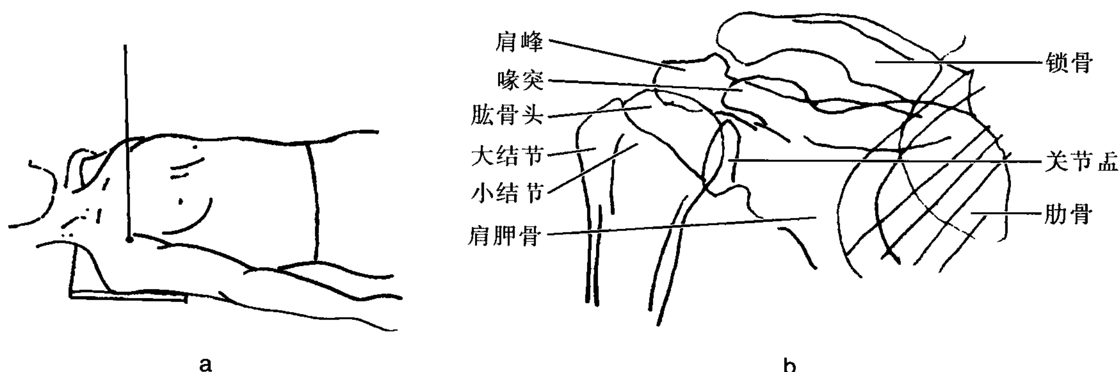


图4-18 肩关节前后位

学习笔记

（十九）肩关节轴位

【摄影目的】用于观察肩关节轴位像。

【摄影体位】被检者仰卧摄影台上，患侧上臂外展与肩齐，肩背部垫高约 5 cm，头向对侧扭转，片盒横向直立肩上，肩峰部对探测板中心（图 4-19a）。

【中心线】在被检一侧从足向头水平投射，向内倾斜约 10°角，经腋窝皱褶射入探测板。

【体位显示标准】为肩关节轴位像，肱骨头与关节盂构成肩关节，肩锁关节重叠肱骨头上，肱骨小结节向前。大结节与肱骨头相重叠（图 4-19b）。

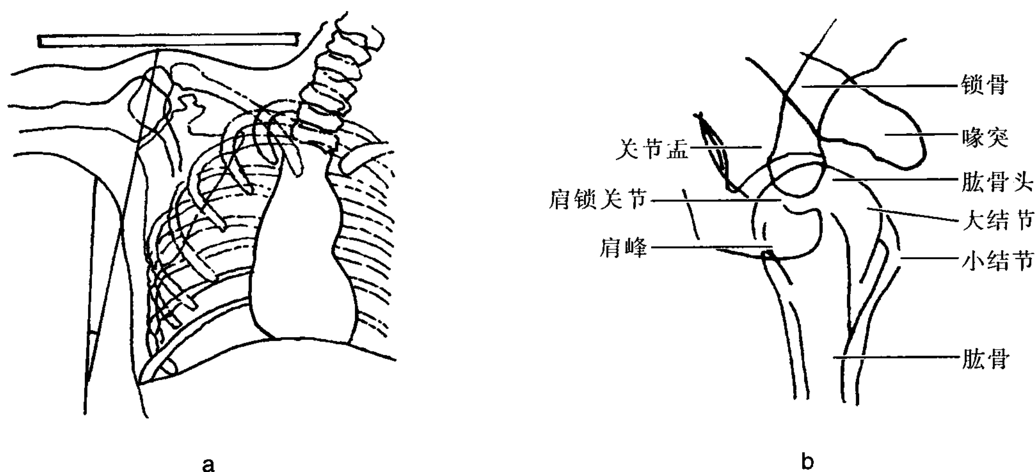


图4-19　肩关节轴位

（二十）肩胛骨前后位

【摄影目的】肩胛骨的病变。

【摄影体位】被检者仰卧摄影台上，或立于摄影架前，患臂伸直，掌面向上（前），稍外展，探测板上缘包括肩上软组织，下缘包括肩胛下角，外缘包括肱骨上端（图 4-20a）。

【中心线】中心线对准喙突下方 4~5 cm 处垂直射入探测板。

【屏气情况】曝光时患者屏气。

【体位显示标准】①为肩胛骨正位影像，有胛骨的外份投影于胸廓外，内份与肋骨、肺野重叠，肩关节与肱骨呈正位影像；②肩部软组织影像显示良好（图 4-20b）。

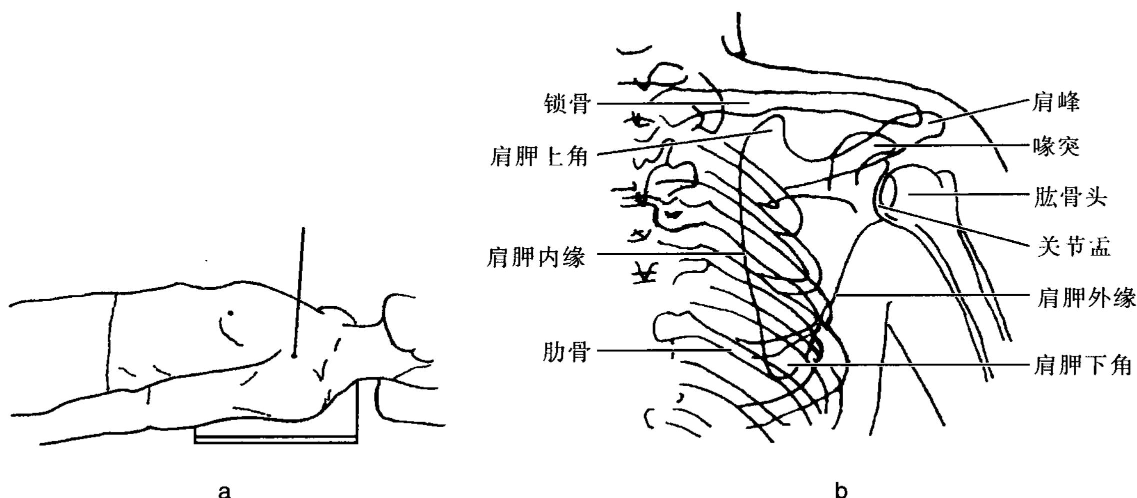


图4-20　肩胛骨前后位

学习笔记

（二十一）肩胛骨侧位

【摄影目的】肩胛骨骨折时了解骨折错位情况，或诊断肩胛骨部肿瘤的诊断。

【摄影体位】被检者站立于摄影架前，面向探测板，双足稍分开。被检一侧上肢经面部向头顶及枕部环抱（不能抱头者，上臂内收，肘部屈曲，以免肱骨上端与肩胛骨重叠）。对侧手叉腰，转动身体，使被检一侧肩胛骨内、外缘中点连线垂直于探测板（图 4–21a）。

【中心线】中心线对准肩胛骨内缘中点垂直射入探测板。

【屏气情况】曝光时患者屏气。

【体位显示标准】显示肩胛骨侧位影像（图 4–21b）。

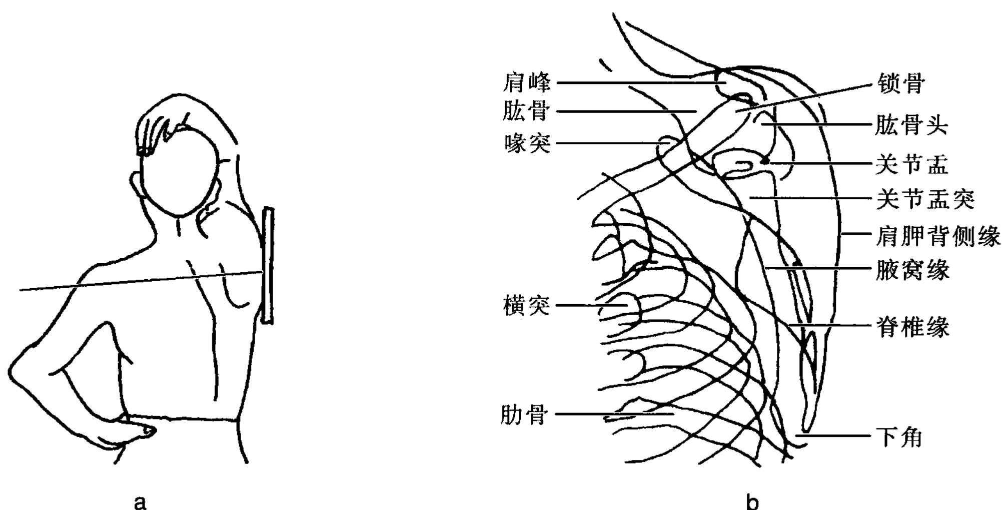


图4–21　肩胛骨侧位

（二十二）锁骨后前位

【摄影目的】锁骨的病变。

【摄影体位】被检者俯卧摄影床上，头部转向对侧，被检一侧锁骨紧贴床面，被检一侧上肢内旋 180°角。锁骨中点置于照射野中心（图 4–22a）。

【中心线】中心线对准锁骨中点垂直射入探测板。

【体位显示标准】①显示锁骨正位影像；②肩锁关节和胸锁关节影像显示清晰（图 4–22b）。

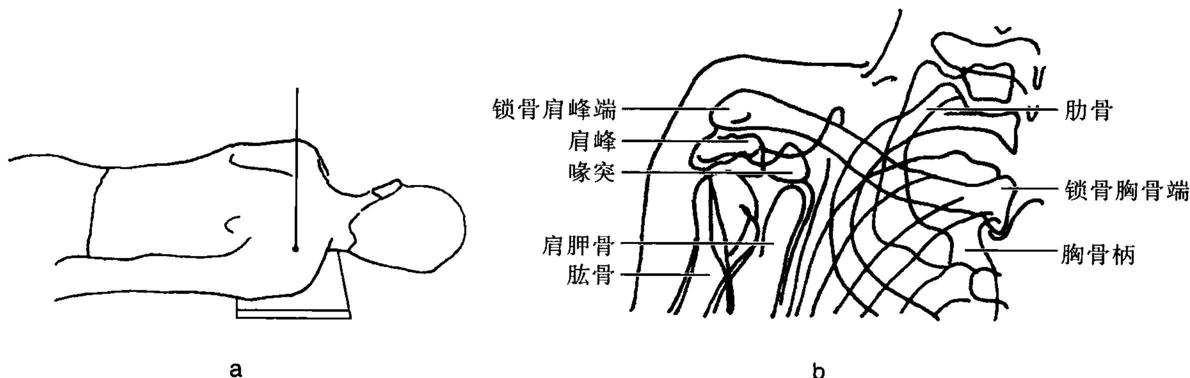


图4–22　锁骨后前位

学习笔记

（二十三）锁骨轴位

【摄影目的】观察锁骨骨折前后错位情况及其他病变。

【摄影体位】患者仰卧摄影床上，头与肩部用枕头垫高，头转向对侧，被检一侧肩下垂，上肢置于身旁，探测板竖立于肩上，略向后倾斜30°角，使探测板与台面约成60°~70°角（图4-23a）。

【中心线】中心线向头侧倾斜，与水平片面呈20°~30°角，经锁骨中点射入探测板。

【屏气情况】曝光时患者屏气。

【体位显示标准】此位置显示锁骨的轴位影像（图4-23b）。

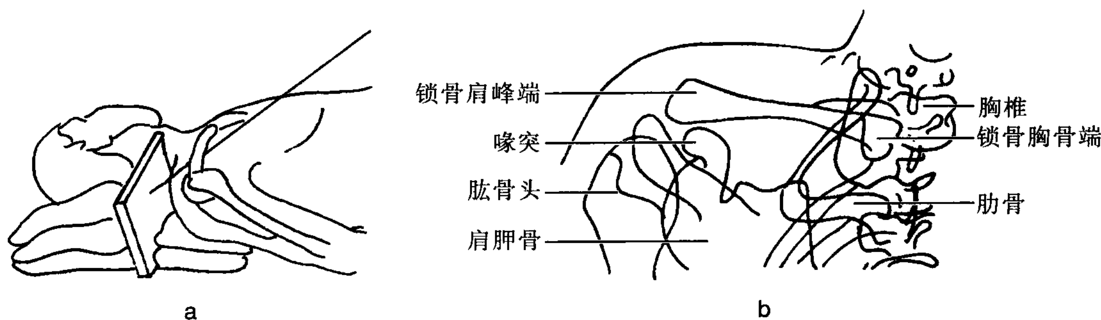


图4-23　锁骨轴位

四、上肢其他摄影体位

（一）手指侧位

【摄影目的】各单指指骨病变。

【摄影体位】患者侧身坐于摄影床一端，患臂侧伸，手和腕部放成侧位，照小指和无名指时尺侧紧靠探测板。照食指及中指时桡侧紧靠探测板，被照指伸直，成侧位放置，其余四指屈曲或交错以免重叠。如患指不能放平，可用棉垫垫平，使患指尽量与探测板平行，前臂处可外加固定。拇指侧位，可使拇指桡侧靠近探测板，其他四指握拳。

【中心线】中心线对准所照手指关节与探测板垂直。

【体位显示标准】显示患指的侧位影像。

（二）舟状骨斜位（双45°角）

【摄影目的】检查舟骨病变。

【摄影体位】患者侧身坐于摄影床一端，被检一侧手和前臂侧伸，手掌向下，然后外旋，使腕关节与探测板成45°角并置探测板中心，拇指尽量向前伸展。

【中心线】中心线向肘侧倾斜45°角，自第1掌骨近端射入探测板。

【体位显示标准】舟骨斜位影像。

（三）腕关节前后斜位

【摄影目的】钩骨、三角骨和豌豆骨的病变。

【摄影体位】患者侧身坐于摄影床旁，被检一侧前臂伸直，腕关节呈侧位，然后外旋，使掌面与探测板呈45°角，尺骨茎突置于照射野中心。

【中心线】中心线对准腕关节中部垂直射入探测板。

【体位显示标准】①显示腕关节斜位影像；②钩骨、三角骨和豌豆骨显示清楚。

（四）肱骨上段侧位

【摄影目的】用于检查上臂外伤，不能移动的病例；检查肱骨上段骨折错位的情况。

学习笔记

【摄影体位】患者侧立探测板前，被检一侧上臂外缘靠近探测板，掌心向前，保持侧位姿势，肩部下垂。对侧手臂抱头，身体向被检一侧倾斜，使被检一侧肱骨头与对侧腋窝相平。肱骨外科颈置于探测板中心。

【中心线】中心线对准对侧腋窝中心，穿过胸腔，经被检一侧肱骨颈垂直射入探测板。

【体位显示标准】显示肱骨上段侧位影像，但与肺组织重叠。

（五）肩胛骨喙突前后位

【摄影目的】肩胛骨喙突的病变。

【摄影体位】患者仰卧摄影床上，对侧肩部稍抬高，使被检一侧肩胛骨紧贴床面或探测板。被检一侧上肢稍外展，掌面向上；被检一侧肩胛骨喙突上方3~4 cm置于探测板中心。

【中心线】中心线向头侧倾斜15°~30°角，对准肩胛骨喙突射入探测板。

【屏气情况】曝光时患者屏气。

【体位显示标准】①显示肩胛骨喙突正位影像；②喙突显示于肩胛骨嵴之上，骨质清晰，肩胛切迹显示清楚。

（六）肩锁关节后前位

【摄影目的】肩锁关节的病变。

【摄影体位】被检者站立于探测板前，面向探测板，双足稍分开，身体正中矢状面垂直于探测板并对准探测板中心。两肩下垂，颈静脉切迹置于照射野中心。

【中心线】中心线对准第3胸椎垂直射入。

【体位显示标准】①显示双侧肩锁关节正位影像，双侧对称；②骨质和关节间隙清晰；③软组织影像清楚。

五、下肢常用摄影体位

（一）足前后位

【摄片目的】观察足部趾骨、跖骨和部分跗骨骨质和足部软组织的病变。

【摄影体位】被检者坐于摄影台，患侧膝屈曲，足底平踏探测板相应曝光区，足趾包括在探测板内（图4-24a）。

【中心线】①对准舟骰关节垂直射入探测板；②对准第2~3跖骨基底部之间，向跟部倾斜10°角。

【体位显示标准】①显示各趾骨、蹠骨、骰骨、楔骨、舟骨、距骨的头部及跟骨的前外部，跖趾关节较清晰，其他关节往往显示不清；②足部软组织影像显示良好（图4-24b）。

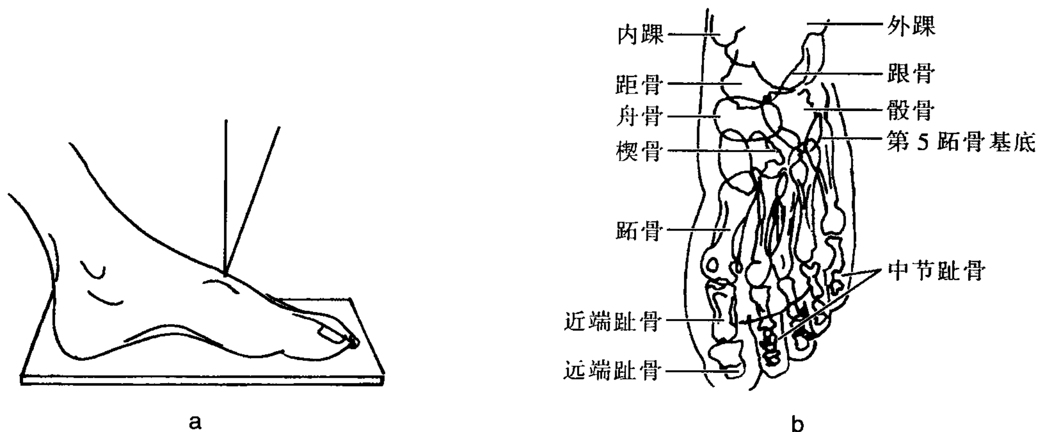


图4-24 足前后位

学习笔记

（二）足内斜位

【摄片目的】观察足部趾骨、跖骨和部分跗骨骨质和足部软组织的病变。

【摄影体位】被检者仰卧或坐于摄影床上，被检一侧膝关节屈曲，足底部内侧紧贴探测板，然后被检一侧下肢向内倾斜，使足底与探测板成30°~45°角，对侧下肢自然伸直。第3跖骨基底部置于照射野中心（图4-25a）。

【中心线】对准第3跖骨底部垂直射入探测板。

【体位显示标准】①显示足部诸骨的斜位影像；②足部软组织影像显示良好（图4-25b）。

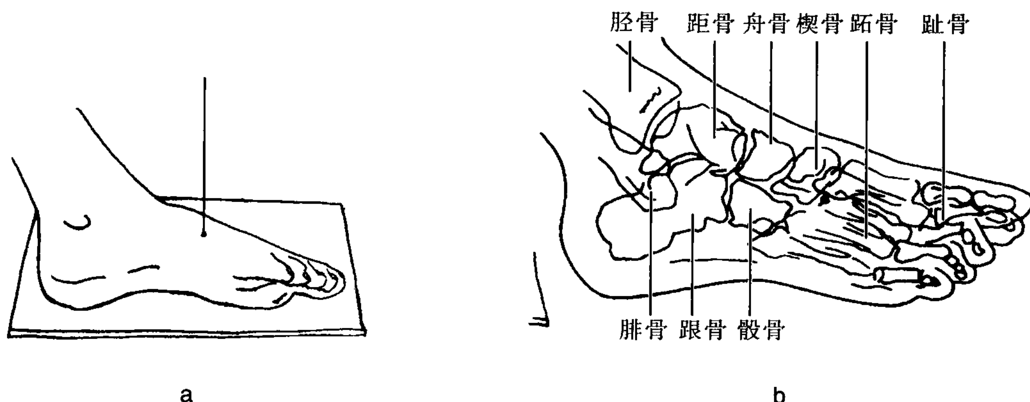


图4-25　足内斜位

（三）全足正位（两次曝光法）

【摄片目的】观察足部骨骼的正位影像。

【摄影体位】被检者立于摄影床上，被检一侧足轻踏于上，第3跖骨底部置于中心，足部长轴与长轴平行。然后在同一张探测板上进行两次曝光。

【中心线】第一次（足前部）曝光时，小腿尽量向后倾，使足背与踝部伸直，对侧足位于被检一侧后方，中心线向足跟倾斜15°，经第3跖骨基底部射入。第二次（足后部）曝光时，被检一侧足部完全不动，对侧足前移，使被检一侧小腿尽量前倾，踝部极度屈曲，然后将X线管移向患足后方，中心线向足趾端倾斜15°，经跟腱上方2.5 cm处射入（图4-26a）。

【体位显示标准】①显示全部足骨正位影像；②跟骨、趾骨的密度基本一致，骨质和关节显示清晰（图4-26b）。

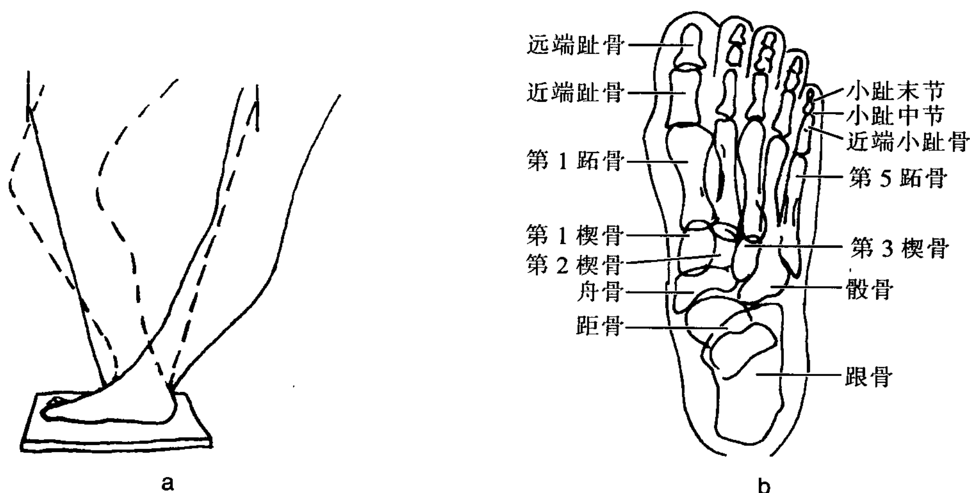


图4-26　全足正位

学习笔记

（四）跟骨侧位

【摄片目的】跟骨和邻近关节、跟部软组织的病变。

【摄影体位】被检者仰卧或坐于摄影床上，被检一侧足部外踝紧贴探测板并置于照射野中心，跟骨略垫高，跟骨摆平不动。对侧下肢向前上方弯曲（图 4–27a）。

【中心线】中心线对准内踝下 2 cm 垂直射入探测板。

【体位显示标准】①显示跟骨的侧位影像；②跟骨形态、骨质，跟骰关节、跟距关节及足部软组织影像显示良好（图 4–27b）。

【附】检查跟骨骨刺病变，可同时摄取双侧跟骨侧位。方法为患者取坐位，屈膝使双足底相对，双足外侧缘紧贴探测板。中心线经两内踝连线中点垂直射入探测板。

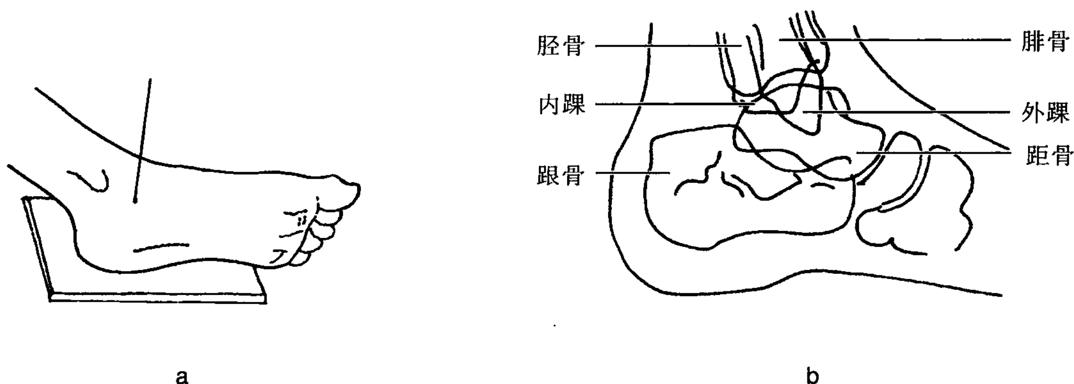


图4–27　跟骨侧位

（五）跟骨轴位

【摄片目的】观察跟骨骨折的错位情况。

【摄影体位】被检者仰卧或坐于摄影台上，对侧膝部弯曲；被检一侧下肢伸直，足尖向上，足背极度背屈（可用布带牵拉足前部），跟部皮肤置于探测板边缘内 3 cm。如患者踝部不能弯曲，可将下肢用沙袋垫高，使足部长轴与探测板垂直（图 4–28a）。

【中心线】中心线向头端倾斜 35°~45°角，经跟骨中心射入探测板。

【体位显示标准】①显示跟骨的轴位影像；②跟距关节影像显示良好（图 4–28b）。

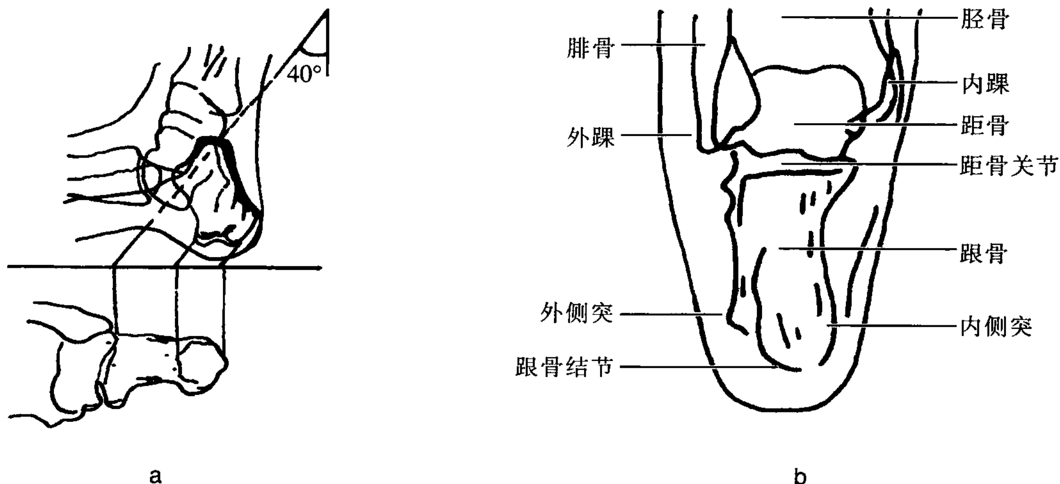


图4–28　跟骨轴位

（六）踝关节正位

【摄影目的】踝关节及胫腓骨远端病变。

【摄影体位】被检者坐于摄影床上，健侧膝部弯曲。被检一侧下肢伸直且稍内旋，将内、外踝连线中点上 1 cm 置于照射野中心（图 4-29a）。

【中心线】中心线对准内、外踝连线上方 1 cm 垂直射入探测板。

【体位显示标准】①显示踝关节正位影像；②关节间隙显示清晰；③踝部软组织影像显示良好（图 4-29b）。

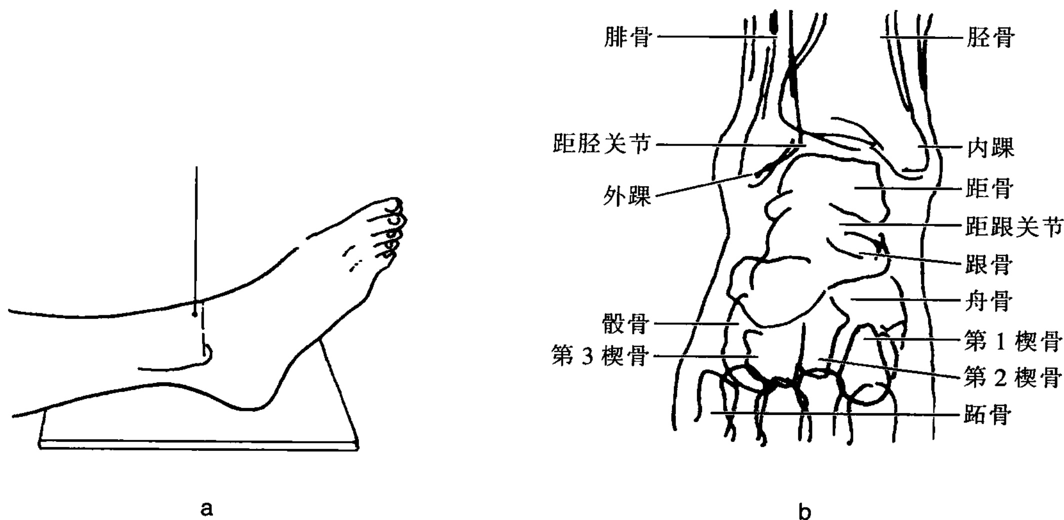


图4-29　踝关节正位

（七）踝关节侧位

【摄影目的】踝关节及胫腓骨远端病变。

【摄影体位】被检者坐卧于摄影床上，被检一侧下肢屈膝，外侧紧贴探测板，足跟放平，使踝关节成侧位。将外踝上方 1 cm 置于探测板中心（图 4-30a）。

【中心线】中心线对准内踝上方 1 cm 处垂直射入探测板。

【体位显示标准】①显示踝关节的侧位影像；②踝关节诸骨影像显示清晰；③踝部软组织影像显示良好（图 4-30b）。

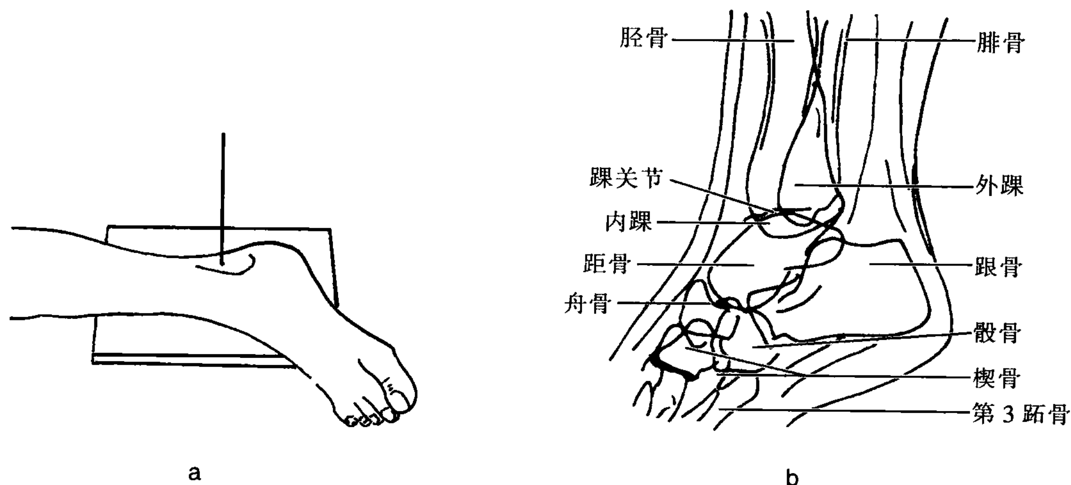


图4-30　踝关节侧位

学习笔记

（八）小腿前后位

【摄影目的】胫、腓骨及小腿软组织的病变。

【摄影体位】被检者仰卧或坐于摄影床上，被检一侧下肢伸直且稍内旋，足尖向上；被检一侧小腿中点置于照射野中心，照射野上缘包括膝关节，下缘包括踝关节。如病变局限于一端时，也可只包括邻近的一个关节。大腿处可用沙袋固定（图4-31a）。

【中心线】对准小腿中点垂直射入探测板。

【体位显示标准】①显示胫、腓骨及邻近关节的正位影像；②软组织影像显示良好（图4-31b）。

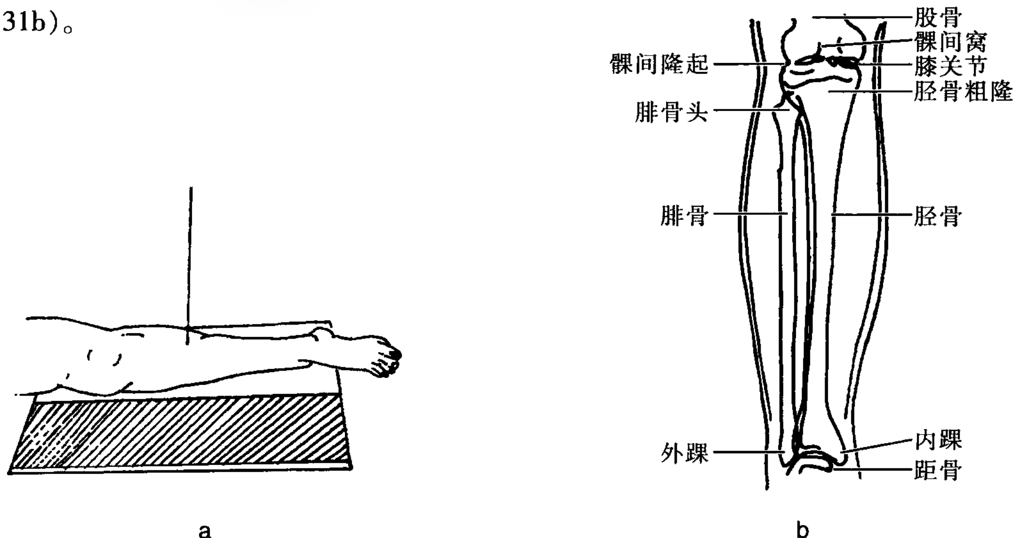


图4-31 小腿前后位

（九）小腿侧位

【摄影目的】胫、腓骨及小腿软组织的病变。

【摄影体位】被检者侧卧于摄影床上，被检一侧膝关节稍屈曲，被检一侧下肢伸直，小腿腓侧紧贴探测板，小腿长轴与探测板长轴平行，被检一侧小腿中点置于照射野中心，照射野上缘包括膝关节，下缘包括踝关节。如病变局限于一端时，胶片可只包括邻近一侧关节。跟骨部可用沙袋固定（图4-32a）。

【中心线】中心线对准小腿中点与胶片垂直。

【体位显示标准】①显示胫、腓骨和邻近关节的侧位像；②软组织影像显示良好（图4-32b）。

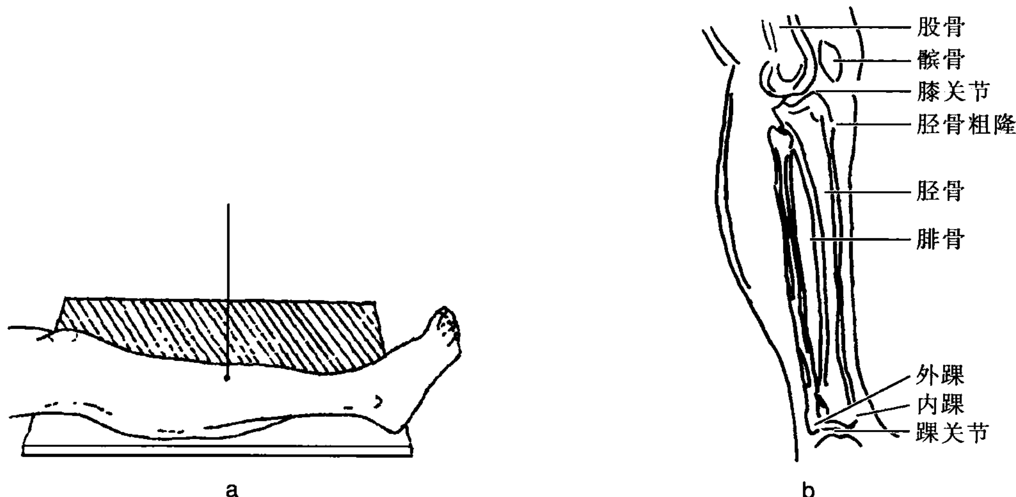


图4-32 小腿侧位

学习笔记

（十）膝关节前后位

【摄影目的】膝关节及其邻近组织病变。

【摄影体位】被检者仰卧或坐于摄影床上，被检一侧下肢伸直且稍内旋，足尖向上，腘窝靠近探测板，髌骨下缘置于照射野中心，小腿处可用沙袋固定（图4-33a）。

【中心线】中心线对准髌骨下缘垂直射入探测板。

【体位显示标准】①显示膝关节的正位影像；②膝关节关节间隙影像显示清晰；③膝部软组织影像显示良好（图4-33b）。

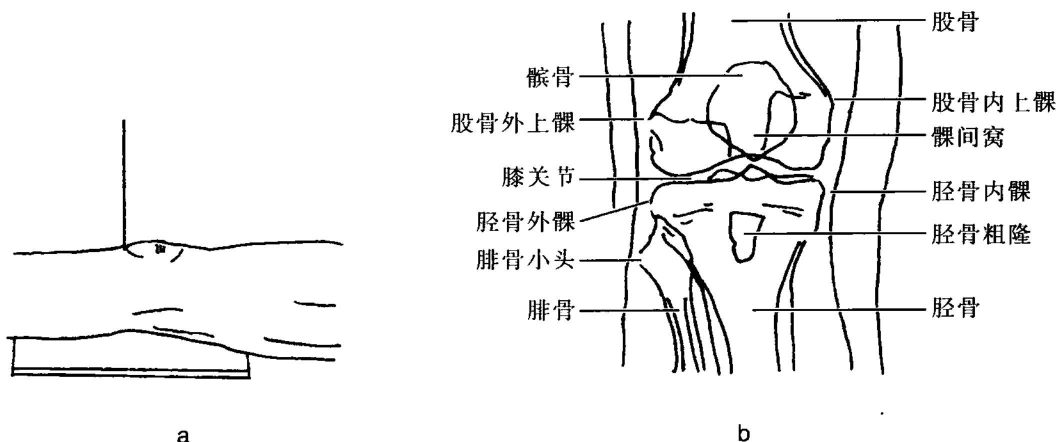


图4-33　膝关节前后位

（十一）膝关节侧位

【摄影目的】膝关节及其邻近组织病变，髌骨骨折时侧位情况的观察

【摄影体位】被检者侧卧于摄影床上，被检一侧下肢屈膝约120°~135°角，膝部外侧紧贴探测板，将髌骨下缘与腘窝皮肤皱褶连线的中点置于照射野中心。使髌骨与探测板垂直，踝关节处可加以沙袋垫起固定（图4-34a）。

【中心线】中心线对准髌骨下后缘垂直射入探测板。

【体位显示标准】①显示膝关节侧位影像；②股骨内、外髁影像重叠，髌骨侧位影像显示良好；③膝关节间隙影像显示清晰；④软组织影像显示良好（图4-34b）。

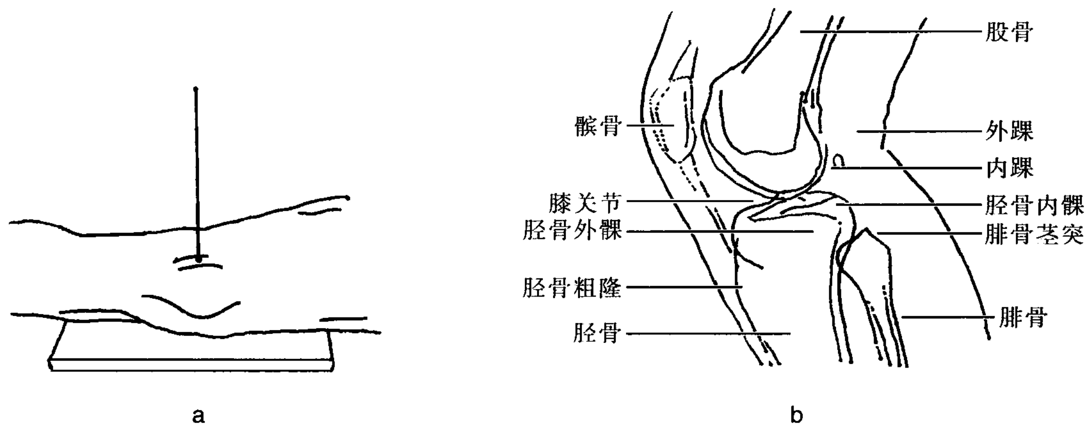


图4-34　膝关节侧位

学习笔记

（十二）膝关节内斜位

【摄影目的】检查髌骨病变及胫腓关节病。

【摄影体位】被检者仰卧于摄影台上，被检一侧下肢伸直并内旋45°角，如果患者不能自持，可用沙袋垫高被检者臀部与踝部。腘窝皮肤皱褶内侧置于照射野中心（图4-35a）。

【中心线】中心线对准髌骨外缘垂直射入探测板。

【体位显示标准】①显示膝部内斜位影像；②髌骨内侧不与股骨下端重叠，骨质清晰；③膝关节外侧和胫腓关节显示清晰（图4-35b）。

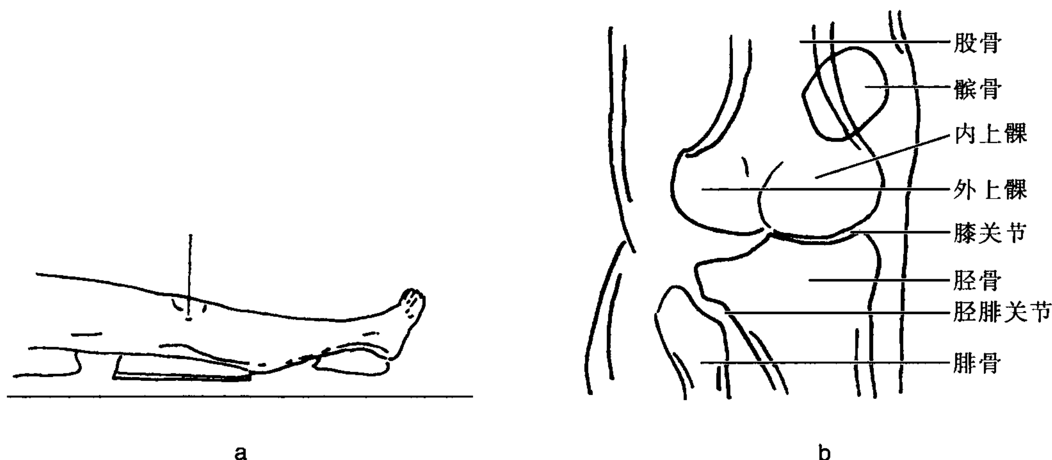


图4-35 膝关节内斜位

（十三）膝关节外斜位

【摄影目的】检查髌骨病变及胫腓关节病。

【摄影体位】被检者仰卧于摄影台上，被检一侧下肢伸直并外旋45°角，如果患者不能自持，可用沙袋垫高被检者臀部与踝部。腘窝皮肤皱褶外侧置于照射野中心（图4-36a）。

【中心线】中心线对准髌骨内缘垂直射入探测板。

【体位显示标准】①显示膝部外斜位影像；②髌骨外侧不与股骨下端重叠，骨质清晰；③膝关节内侧和胫腓关节显示清晰（图4-36b）。

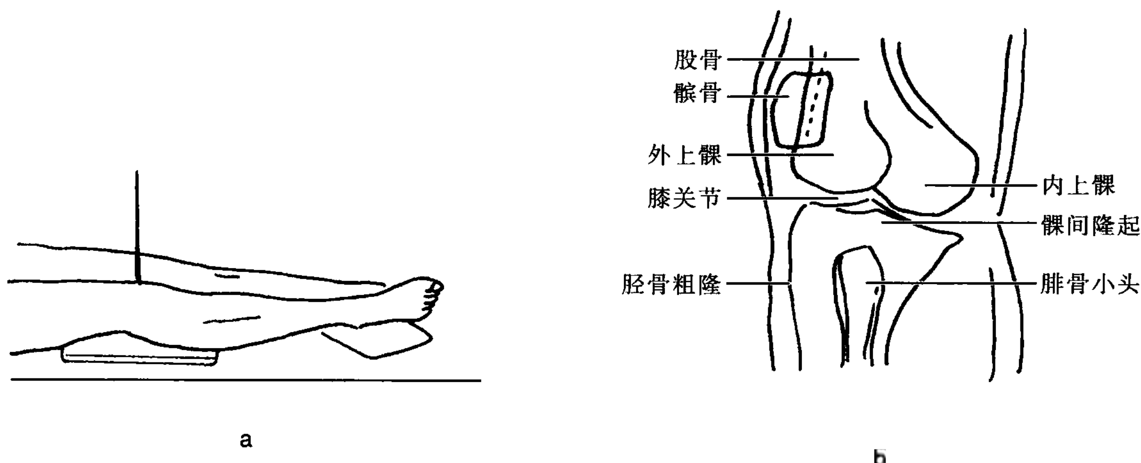


图4-36 膝关节外斜位

（十四）股部前后位

【摄影目的】股骨及大腿软组织病变。

【摄影体位】被检者仰卧于摄影床上，被检一侧下肢伸直且稍内旋，足尖向上，股部中点置于照射野中心，股部长轴与探测板长轴平行（股部上1/3的软组织内侧大于外侧，故以外侧缘为准）。照射野上缘应包括髋关节，下缘包括膝关节。如病变局限于一端时，可只包括邻近一个关节。小腿用沙袋固定（图4–37a）。

【中心线】中心线对准股部中点垂直射入探测板。

【体位显示标准】①显示股骨及邻近关节的正位影像；②股骨软组织影像显示良好（图4–37b）。

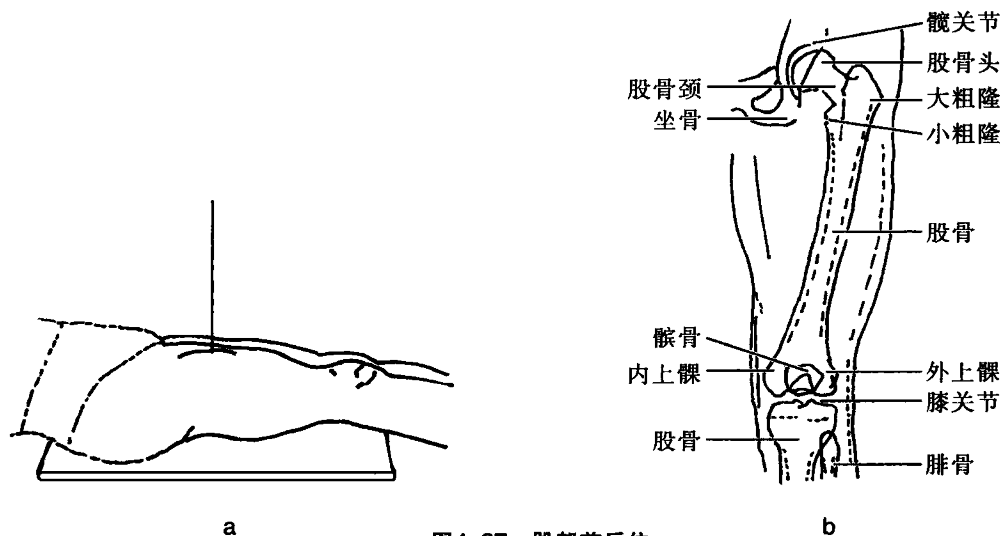


图4–37　股部前后位

（十五）股部侧位

【摄影目的】股骨及大腿软组织病变。

【摄影体位】被检者侧卧于摄影床上，身体向被检一侧倾斜，被检一侧髋部及膝部屈曲，膝部屈曲约呈135°，股部外侧靠近床面，股部长轴与探测板长轴平行，股部中点置于照射野中心。照射野上缘应包括髋关节，下缘包括膝关节。如病变局限于一端时，可只包括邻近一个关节。对侧髋部及膝部屈曲并置于被检一侧下肢的后方，膝部和踝部用沙袋垫高支撑（图4–38a）。

【中心线】中心线对准股部中点垂直射入探测板。

【体位显示标准】①显示股骨及邻近关节的侧位影像；②股骨软组织影像显示良好（图4–38b）。

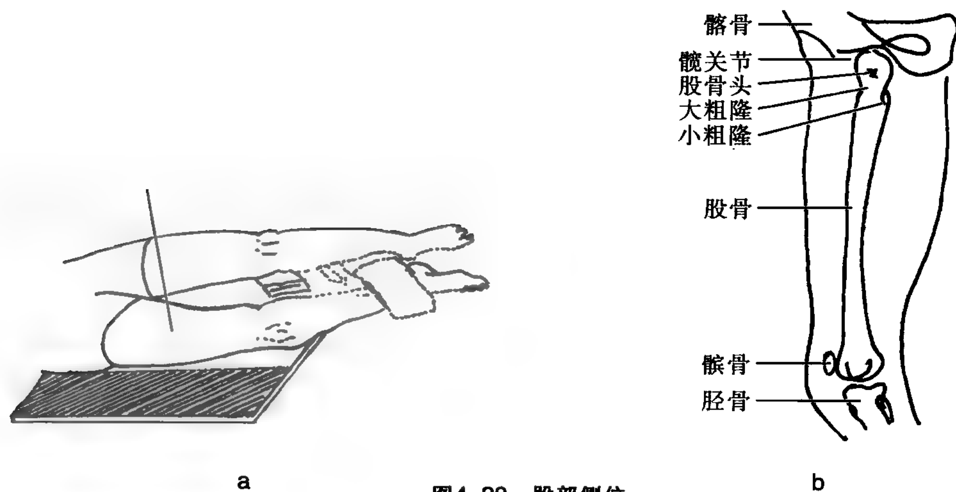


图4–38　股部侧位

学习笔记

（十六）股骨颈前后位

【摄影目的】股骨颈及大腿软组织病变。

【摄影体位】被检者仰卧摄影台上，两下肢伸直，足尖向上，然后内旋20°角，两足跗趾接触以固定足的位置。经耻骨联合和髂前上棘连线中点向下与腹股沟相交处为定位点。将此点与摄影台中线重合。片盒放滤线器托盘上，探测板中心对定位点（图4–39a）。

【中心线】垂直投射，经定位点射入探测板。

【体位显示标准】①为股骨颈正位象，股骨头呈半圆形，韧带窝对髋臼正中，股骨颈显示清晰，小粗隆稍突出于骨内缘皮质之外，大粗隆突出于股骨颈外下方，股骨内收时韧带窝向上移，外展则下移，髋臼前后缘不重合，股骨内旋超过20°角，大粗隆前移与股骨颈重叠。股骨外旋，小粗隆突出部分增加，股骨屈曲，股骨头向后旋转，韧带窝被遮蔽；②股骨软组织影像显示良好（图4–39b）。

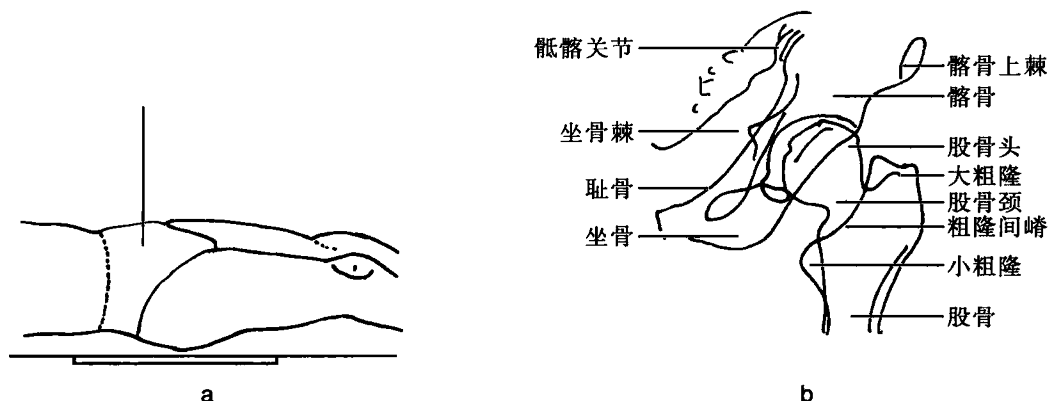


图4–39　股骨颈前后位

（十七）股骨颈仰卧水平侧位

【摄影目的】股骨颈及大腿软组织病变。

【摄影体位】被检者仰卧，臀部略垫高，患肢伸直稍外展且内旋20°角。对侧股与膝部皆屈曲，患者手抱膝上部或将小腿固定于支架上。片盒横向侧立于患侧髂嵴外上方，与躯干正中矢状面约呈45°角（与股骨颈平行）。胶片上缘超过髂嵴，下缘超过大粗隆（图4–40a）。

【中心线】水平投射，自健侧向患侧腹股沟方向，平大粗隆高度射入探测板中心。

【体位显示标准】①为股骨颈侧位像，股骨头呈半圆形，向上与颈、体约在一条线上，颈部略细，大小粗隆与股骨体相重叠,耻骨与坐骨下缘成一斜形直线，耻骨位高，坐骨位低，中部向上的半月形凹陷为髋臼，内容部分股骨头；②股骨软组织影像显示良好（图4–40b）。

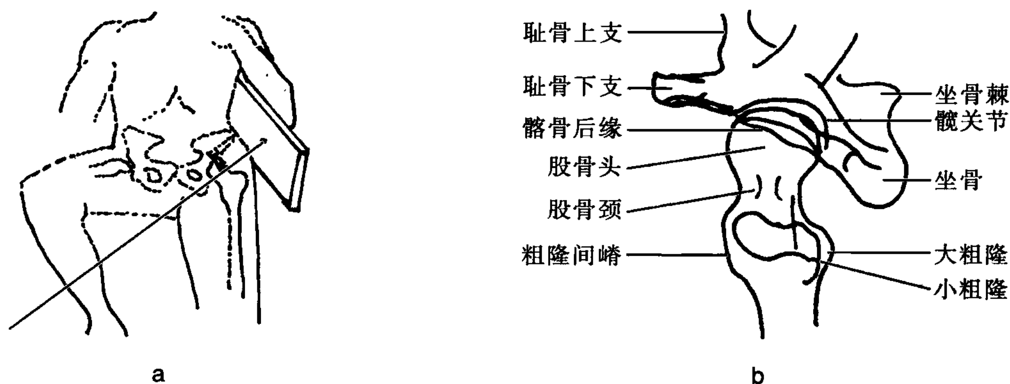


图4–40　股骨颈仰卧水平侧位

（十八）髋关节前后位

【摄影目的】髋关节及髋部软组织病变。

【摄影体位】被检者仰卧于摄影床上，两下肢伸直，足尖向上且稍内旋，使两踇趾接触，被检一侧髂前上棘与耻骨联合连线中点向外下作垂线5 cm处为髋关节正位摄影的定位点，此点对准照射野中心（图4–41a）。

【中心线】中心线对准定位点垂直射入探测板。

【体位显示标准】①显示髋关节、股骨头、股骨颈、大小粗隆和股骨上端的正位影像；②骨质及关节间隙清晰；③软组织影像显示良好（图4–41b）。

【附】如同摄取双侧髋关节时，患者身体的正中矢状面置于台面中线上。两侧腹股沟正中点连线中点，或耻骨联合缘上方2.5 cm处照射野中心，中心线经耻骨联合缘上方2.5 cm垂直探测板。

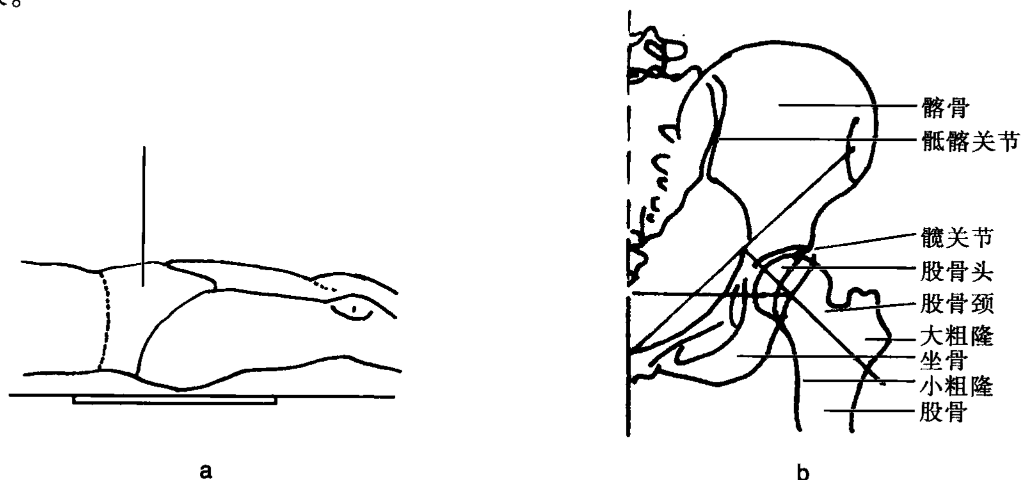


图4–41　髋关节前后位

（十九）髋关节前后斜位

【摄影目的】髋关节及股骨颈病变。

【摄影体位】被检者仰卧于摄影台上，被检一侧髋关节、膝关节屈曲90°角，股部外侧靠近床面。股骨大粗隆置于探测板中心（图4–42a）。

【中心线】中心线向头侧倾斜25°角，经腹股沟中点射入探测板。

【体位显示标准】①显示髋关节、髋臼斜位影像，股骨头、股骨颈侧位影像；②骨质和关节间隙显示清楚（图4–42b）。

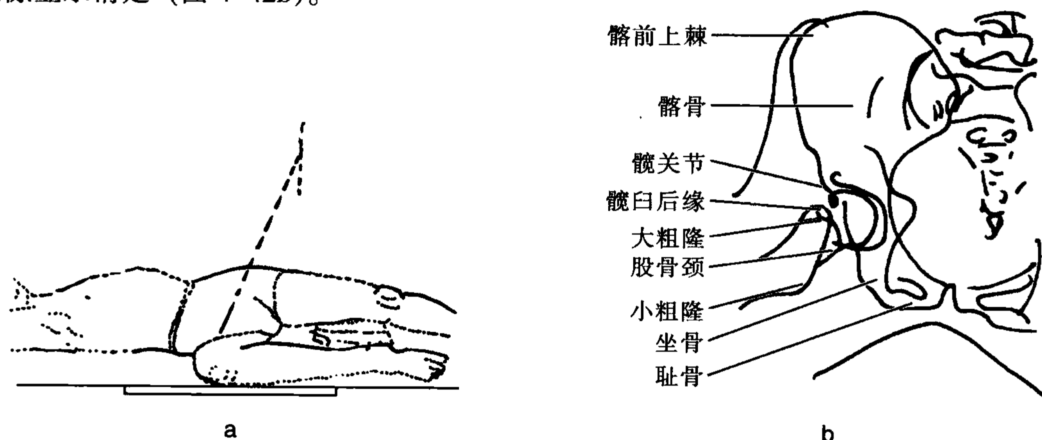


图4–42　髋关节前后斜位

学习笔记

六、下肢其他摄影体位

（一）足侧位

【摄影目的】足部异物的检查。

【摄影体位】被检者坐于摄影床上，被检足外侧缘置于上，被检足摆成侧位，使足底垂直。第5跖骨基底部置于照射野中心，照射野前缘包括足趾，后缘包括跟骨，足部长轴与长轴平行。

【中心线】中心线对准舟楔关节垂直射入。

【体位显示标准】①显示足部各骨的侧位影像；②跟骨、距骨、足舟骨骨质清晰；③足底和足背软组织影像显示良好。

（二）足外斜位

【摄片目的】观察足部趾骨、跖骨和部分跗骨骨质和足部软组织的病变。

【摄影体位】被检者仰卧或坐于摄影床上，被检一侧膝关节屈曲，足底部外侧紧靠探测板，然后被检一侧下肢向外倾斜，使足底与探测板成30°~45°角；对侧下肢自然伸直。第3跖骨基底部置于照射野中心。

【中心线】中心线对准第3跖骨底部垂直射入。

【体位显示标准】①显示足部外斜位影像，骨质清晰；②足部软组织影像显示良好。

（三）足负重侧位

【摄影目的】扁平足的检查。

【摄影体位】被检者双足立于专用摄影木盒上（此木盒中间设有暗盒槽，其深度以能容纳暗盒1/2为宜，横放于槽中且与地面垂直）。双足平踏于两侧，内侧紧贴。足内侧中点对准中心。

【中心线】中心线水平投射，经被检一侧足外侧中点垂直射入。

【体位显示标准】①显示足侧位功能状态影像；②足弓测量点显示清楚，常用6个测点为距骨头最低点、跟骨接触地面最低点、第1跖骨接触水平面的最低点，跗跖关节最低点、跟骰关节面最低点、第5跖骨头最低点。足弓测量各角的正常值：内弓∠312为113°~130°，外弓∠652为130°~150°，前弓∠432在13°以上，后弓∠526在16°以上。

（四）踝关节外斜位

【摄影目的】踝关节外伤，了解骨折错位情况。

【摄影体位】被检者仰卧或侧卧于摄影床上，被检一侧下肢伸直，足尖向上，然后踝部外旋45°角。外踝置于照射野中心。

【中心线】中心线经外踝垂直射入。

【体位显示标准】①显示踝关节外斜位影像；②关节和骨质清晰；③踝部软组织影像显示良好。

（五）股骨髁间窝后前位

【摄影目的】股骨髁间窝的病变。

【摄影体位】被检者俯卧于摄影床上，被检一侧下肢膝关节略屈膝，使小腿与其成60°角，并用棉垫支撑固定；髌骨靠近，髌骨下缘置于中心。

【中心线】中心线向足侧倾斜35°角，经腘窝皮肤皱褶中点射入。

【体位显示标准】①股骨髁间窝呈切线投影，凹度较大；②胫骨髁间隆起与股骨髁间窝相对，形态、骨质和关节间隙显示清楚。

（六）髋关节后前斜位（谢氏位）

【摄影目的】用于检查股骨头脱位。

学习笔记

【摄影体位】被检者俯卧于摄影床上，对侧髋部抬高35°~45°角；被检一侧下肢伸直，股骨大粗隆置于中心。

【中心线】中心线对准股骨大粗隆内侧5 cm处垂直射入。

【体位显示标准】①显示髋关节、髂骨及股骨上端斜位影像；②骨质和关节间隙显示清晰，便于检查股骨头脱位情况。

（七）双侧髋关节与股骨颈侧位（蛙形位）

【摄影目的】髋关节及股骨颈病变。

【摄影体位】被检者仰卧于摄影台上，身体正中矢状面对准床面中线。双侧髋关节和膝部屈曲且外旋与床面约呈30°角（成人为75°角）；两侧股骨大粗隆连线中点置于照射野中心。

【中心线】中心线对准两侧股骨大粗隆连线中点垂直射入。

【体位显示标准】①显示双侧髋臼正位、股骨头和股骨颈近似侧位影像，两侧对称；②骨质和关节间隙显示清晰。

七、摄影体位选择

四肢摄影的位置选择参见表4-3。

表4-3　摄影体位选择表

病变	首选体位	其他体位
多指（趾）伴骈指（趾）畸形	手（足）正位	手（足）斜位
指（趾）掌（跖）骨骨折	手（足）正位、斜位	
手（足）部异物	手（足）正位、侧位	
骨结核	正位、侧位	
软骨瘤	双手（足）正位	双手（足）斜位
类风湿性关节炎	双手（足）正位	肘、膝、肩、髋关节正位
大骨节病	双手正位	双踝关节正位
呆小症	双手正位	头颅正位或脊柱、骨盆正位
垂体性侏儒症	双手正位	头颅侧位或胸部正位
佝偻病	双正位	
柯莱斯骨折	前臂正侧位（包括腕关节）	
腕部舟状骨骨折	腕关节尺偏位	腕关节正位
观察尺神经沟	肘关节轴位	
肱骨外科颈骨折	上臂前后位、近端侧位	
痛风	足正位、内斜位	足外斜位
马蹄足内翻	足正位和踝关节侧位	
趾骨骨疣	足正、侧位	
扁平足	足负重侧位	
骨软骨瘤	膝关节正、侧位	
成骨肉瘤	病侧骨正、侧位	
股骨头缺血性坏死	髋关节正位	髋关节前后斜位
先天性髋关节脱位	双髋关节正位、蛙形位	
髋部外伤和疾病	髋关节正位	
股骨头后脱位	谢氏位	
肘部损伤（骨折、脱位等）	肘关节正、侧位	
肩关节病变	肩关节前后位	
骨龄测量：1岁以内	双膝关节正位或足正位	
1~6岁	双手及双腕正位	
7岁以上	双手、双腕、肘关节及肩关节正位	

学习笔记

第三节 胸部摄影

一、摄影注意事项

(1) 摄影前认真阅读摄影申请单，明确摄影目的，正确选择摄影体位，胸部摄影的常规体位为站立后前位；对于外伤或病情严重的患者，可根据情况采用半卧位或仰卧位进行摄影。做好患者呼吸屏气的训练工作。

(2) 胸部侧位也为常规摄影体位，主要用于检查肺部时常规取右侧位，主要检查心脏时常规取左侧位，为观察左心房与食管的关系，需口服医用硫酸钡。

(3) 检查肺部时，中心线经第 5 胸椎平面垂直射入；检查心脏时中心线经第 6 胸椎平面垂直射入。

(4) 胸部摄影焦–板距：成人肺脏摄影 150~180 cm，心脏摄影 200 cm，小儿胸部一般用 100 cm。

(5) 肺部及膈上肋骨摄影时取深吸气后屏气曝光；心脏摄影时取平静呼吸下屏气曝光。对不能配合的婴幼儿、老人及病重者，摄影时必须注意观察被检者的呼吸动作，在吸气末呼气初的瞬间进行曝光，摄取肺充气像。

(6) 胸部摄影的曝光时间，在 X 线球管容量允许的情况下尽量采用高毫安、短时间曝光，以避免心脏搏动所引起的肺组织运动性模糊。

(7) 肺脏摄影主要观察肺纹理和肺实质影像，因肺泡内充气，吸收 X 线量少，所以常规肺部摄影所需摄影条件较低。心血管摄影时主要观察心脏和大血管形态，因这些器官组织密度较高，故心脏摄影时比肺脏摄影的摄影条件需增加管电压 5~10 kV。

(8) 膈上肋骨与肺组织重叠，膈下肋骨与腹腔脏器重叠，两者对 X 线的吸收差异很大，摄影时应根据膈上肋骨深吸气、膈下肋骨深呼气的技术选择曝光条件分别进行摄影；也可采用高千伏摄影技术同时摄取全肋骨影像。

(9) 若两侧肺部密度相差悬殊较大或欲观察被肋骨、心脏、锁骨等遮盖的肺组织、纵隔肿瘤和硅沉积病等影响时，可采用高千伏摄影技术，并选用栅比不小于 10:1 的高栅比滤线器。

(10) 胸骨正位摄影应采用低千伏、小毫安、长时间、近距离并倾斜中心线的摄影技术，并在均匀的浅呼吸方式下曝光，以获得自体断层的效果。

(11) 肋骨为弓形骨，二维平面的 X 线影像不能使其全部展开，应根据病变部位采取尽可能使病变贴近的体位进行摄影，肋骨左右成对，常规摄取正位像，不摄侧位像，必要时摄斜位、切线位。

(12) 取下照射野范围内各种金属物，包括饰物及衣服内织的金属丝、金属物。

二、胸部常用摄影体位

(一) 胸骨后前位

【摄影目的】胸骨的病变。

【摄影体位】被检者站立于摄影床外侧，俯身使胸骨紧贴探测板，身体矢状面与床面长轴垂直。探测板上缘达胸锁关节上 2 cm，下缘包括剑突。两臂内旋置于身旁，颈部伸直，垫以软垫（图 4–43a）。

学习笔记

【中心线】中心线向左（或右）侧倾斜，对准肩胛骨内缘与第4胸椎连线中点，经胸骨中点射入探测板。

中心线倾斜角度 α =40（常数）–胸部前后径（cm）

【屏气情况】在均匀的浅呼吸方式下曝光。

【体位显示标准】①显示胸骨的后前位影像，胸骨位于影像中央，不与胸椎重叠；②胸骨边缘锐利，骨质和关节间隙清晰，背景模糊；③中心线从左后射入时，因胸骨与心脏影重叠，胸骨密度显示均匀，但对比度降低（图4–43b）。

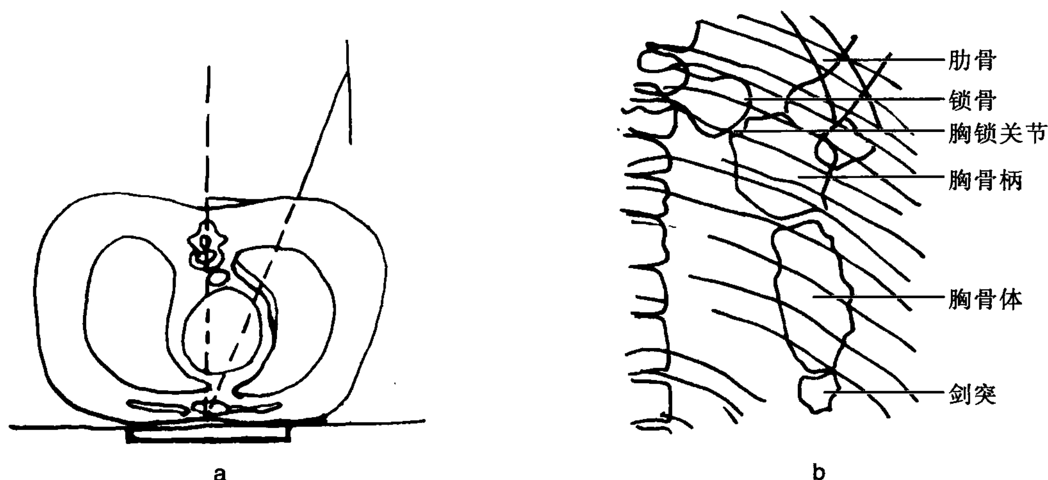


图4–43　胸骨后前位

（二）胸骨侧位

【摄影目的】胸骨的病变，如骨折、肿瘤、畸形等。

【摄影体位】被检者侧立于立式探测板前，身体正中矢状面与探测板平行。下颌颏部略抬起，两臂放于后背，两手相握，肩部尽量向后，胸部前挺。探测板上缘包括胸锁关节，下缘包括剑突，前胸壁位于探测板前中1/3处（图4–44a）。

【中心线】经胸骨中点距前胸壁约4 cm处垂直射入探测板。

【屏气情况】平静吸气后屏气曝光。

【体位显示标准】①显示胸骨的侧位影像，全部胸骨不与肺组织或肋骨影像重叠；②胸骨前后缘骨皮质及骨纹理显示清晰；③胸锁关节重叠，前胸壁软组织清晰可见（图4–44b）。

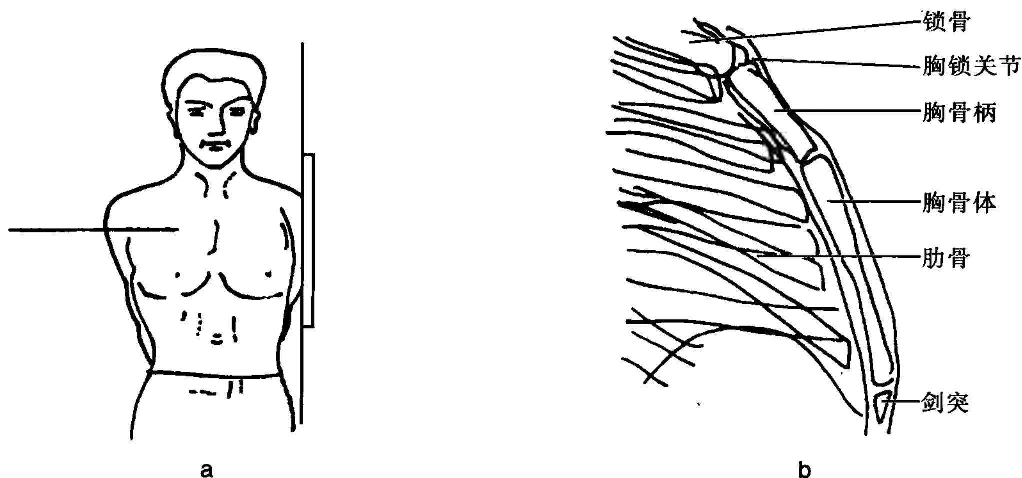


图4–44　胸骨侧位

学习笔记

(三) 胸锁关节后前位

【摄影目的】胸锁关节的病变。

【摄影体位】被检者俯卧于摄影床上，身体正中矢状面与探测板垂直并对准探测板中线。下颌前伸，颏部支撑于床面，上肢置于身体两侧，双肩内旋。胸骨颈静脉切迹对准探测板中心（图4-45a）。

【中心线】采用近距离摄影，中心线经第3胸椎垂直射入探测板。

【屏气情况】平静呼吸中屏气曝光。

【体位显示标准】①显示胸锁关节正位影像，胸骨柄位于影像正中，胸锁关节对称显示在脊柱的两侧，关节间隙清晰；②胸椎影像放大较模糊（图4-45b）。

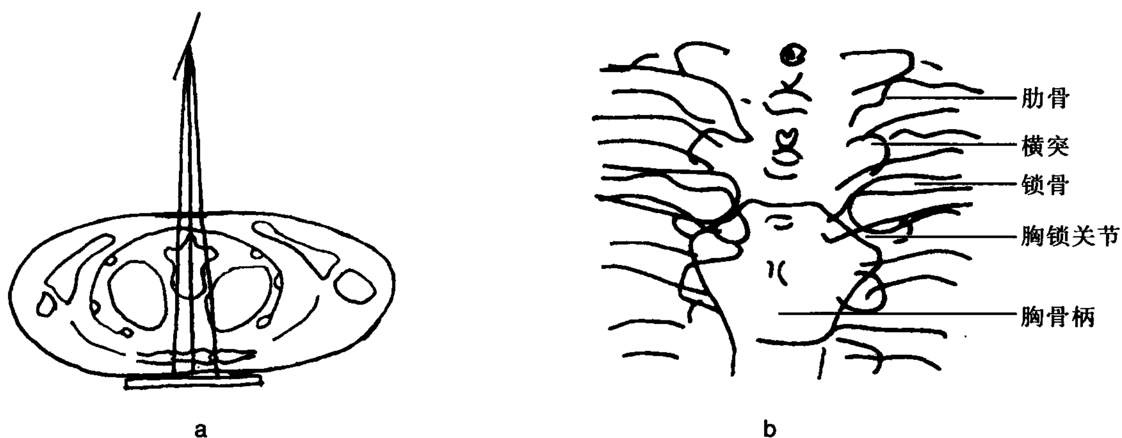


图4-45 胸锁关节后前位

(四) 膈上肋骨前后位

【摄影目的】膈上肋骨的病变，如骨折、肿瘤、炎症等。

【摄影体位】被检者仰卧于摄影床上或站立于摄影架前，身体正中矢状面与探测板垂直并对准探测板中线。上臂上举抱头，肩部内旋，避免肩胛骨与肋骨重叠。探测板上缘超出肩部6 cm，胸部边缘在探测板边缘3 cm以内（图4-46a）。

【中心线】中心线向足侧倾斜10°~15°角，经被检部位中心射入探测板。

【屏气情况】平静呼吸中屏气曝光。

【体位显示标准】①显示第1~6前肋和第1~10后肋正位影像，包括两侧肋膈角，肋骨骨纹理清晰；②肋骨从后上向前下弯曲，腋中线部弯曲重叠较多（图4-46b）。

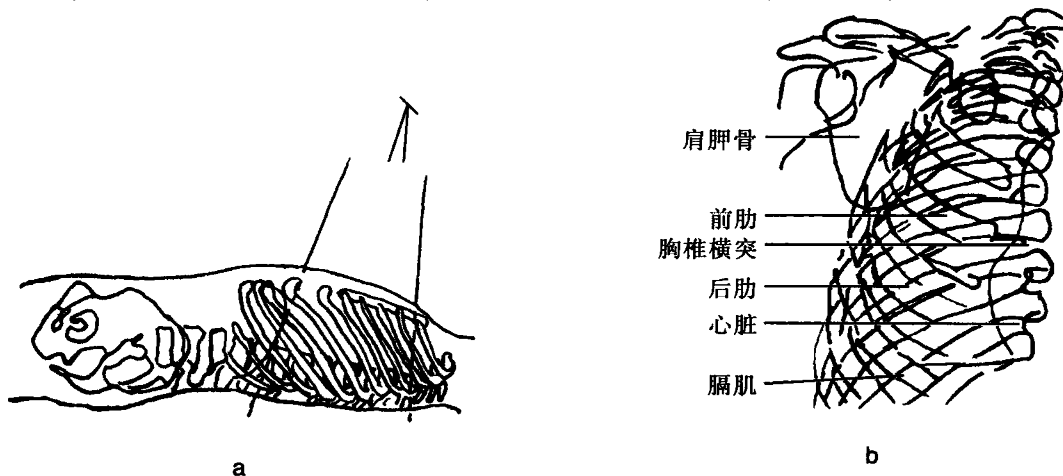


图4-46 膈上肋骨前后位

学习笔记

（五）膈下肋骨前后位

【摄影目的】膈下肋骨的病变，如骨折、肿瘤、炎症等。

【摄影体位】被检者仰卧于摄影床上于摄影架前，身体正中矢状面与探测板垂直并对准探测板中线。上臂上举置于头旁，髋和膝部屈曲，双足踏于床面。探测板下缘对肋弓下缘3 cm处，两侧包括胸腹部外缘（图 4–47a）。

【中心线】中心线经脐垂直射入探测板。

【屏气情况】平静呼吸中屏气曝光。

【体位显示标准】显示第 8~12 肋骨正位影像，肋骨骨纹理清晰可见（图 4–47b）。

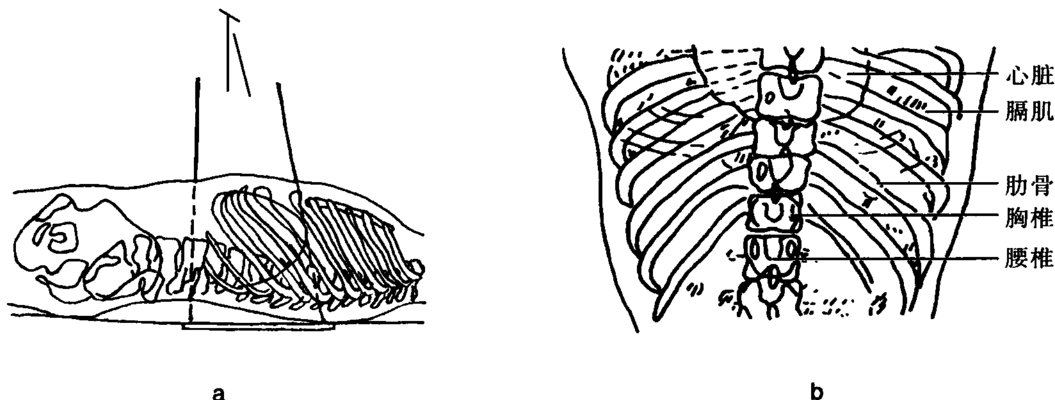


图4–47　膈下肋骨前后位

（六）肋骨斜位

【摄影目的】肋骨的病变，如骨折、肿瘤、炎症等。

【摄影体位】以被检部位贴近并平行探测板为原则，选择适当的身体倾斜角度，摄取全肋骨斜位时，一般取前后斜位。被检者面向 X 线管站立，被检一侧贴近探测板，身体冠状面与探测板呈 45°角；两臂上举、屈肘抱头，肩部内收。探测板上缘包括第 7 颈椎，下缘包括肋弓下缘，胸部前后缘在探测板内 3 cm（图 4–48a）。

【中心线】中心线水平投射，经胸骨中点直射入探测板。

【屏气情况】平静呼吸中屏气曝光。

【体位显示标准】显示肋骨斜位影像，腋中部肋骨呈平面展示，骨质清晰，肋骨颈部显示较好（图 4–48b）。

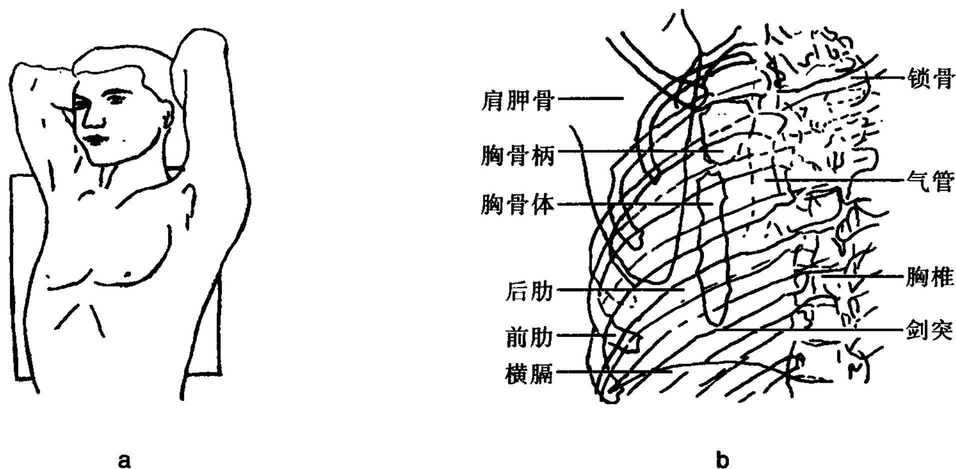


图4–48　肋骨斜位

学习笔记

（七）肋骨切线位

【摄影目的】局部肋骨的病变，如骨折、肿瘤、炎症等。

【摄影体位】被检者取站立位或卧位，使被检部位肋骨纵轴与探测板垂直，并置于探测板中心（图 4-49）。

【中心线】中心线与被检部位肋骨相切射入探测板。

【屏气情况】平静呼吸中屏气曝光。

【体位显示标准】显示肋骨切线位影像，被检部位肋骨骨质和肋骨外软组织显示清晰。

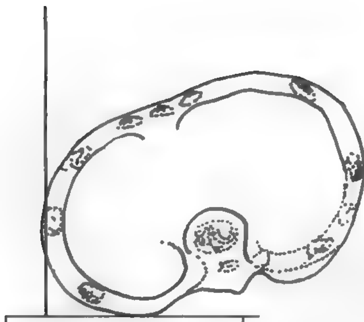


图4-49 肋骨切线位位置图

（八）胸部后前位（立位）

【摄影目的】肺部及气管、心脏、纵隔和横膈、胸膜及胸壁、肋骨的病变。

【摄影体位】被检者面向立式探测板站立，前胸壁紧贴探测板，两足分开，身体站稳。身体正中矢状面对准探测板中线。下颌稍仰置于颏托上，探测板有效面积上缘超出两肩。两肘屈曲臂内旋，手背置于髋部，锁骨成水平（图 4-50a）。

【中心线】中心线通过第 6 胸椎垂直射入探测板。

【屏气情况】深吸气后屏气曝光。

【体位显示标准】①显示胸部正位影像：图像包括胸廓、全部肺野和两侧肋膈角；②两侧胸锁关节对称，肩胛骨位于肺野外方；③肺野密度适中，肺尖显示在锁骨上方，纵隔内第 1~4 胸椎清晰显示；④肺门位于肺内带中部，肺纹理由肺门呈放射状伸向肺野，层次清晰；⑤肺纹理、肋骨、膈肌和心脏边缘锐利；⑥心脏居中偏左；⑦高千伏摄影时，影像层次丰富，与肋骨、纵隔和心脏重叠的肺组织显示清晰，气管、支气管的形态和管壁显示良好，心脏及大血管边界锐利（图 4-50b）。

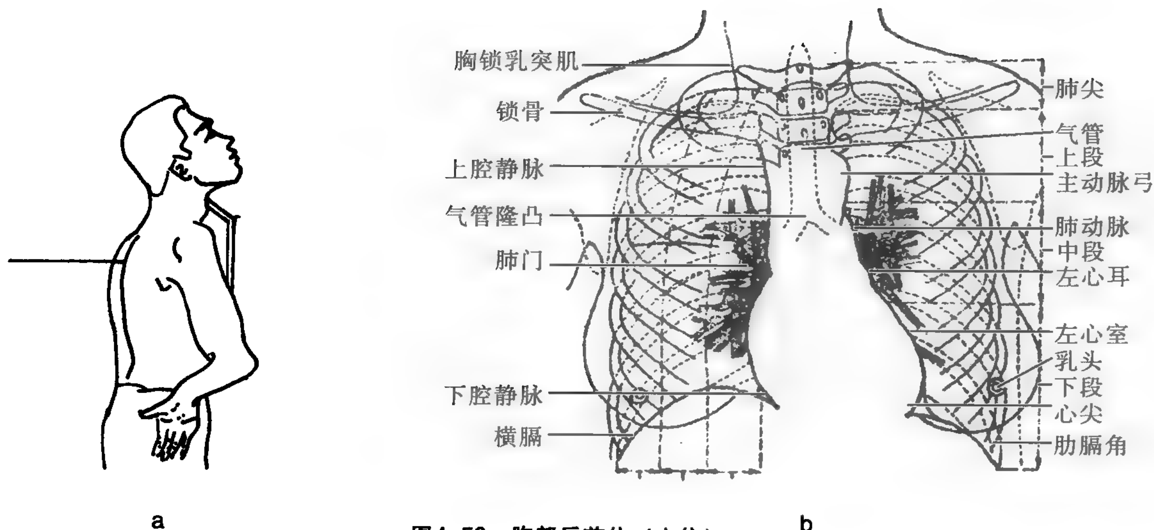


图4-50 胸部后前位（立位）

（九）胸部侧位

【摄影目的】肺部及气管、心脏、纵隔和横膈、胸膜及胸壁的病变。

【摄影体位】被检者侧立于立式探测板前，被检一侧胸壁贴近探测板，身体正中矢状面与探测板平行。两足分开，身体站稳，两臂上举环抱头部，使两肩尽量不与肺部重叠。探测板有效面积上缘超出第 7 颈椎，胸部腋中线对准探测板中线，前、后胸壁与探测板两侧缘等距（图 4–51a）。

【中心线】中心线对准第 6 胸椎平面的侧胸壁中点垂直射入探测板。

【屏气情况】深吸气后屏气曝光。

【体位显示标准】①显示胸部侧位影像：图像包括肺尖、膈肌和前、后胸壁；②胸骨和胸椎呈侧位影像；③从颈部到气管分叉部，能连续追踪到气管影像；④心脏大血管影位置居中偏前；⑤心前、后间隙肺野清晰，食管显影时位于心影后方（图 4–51b）。

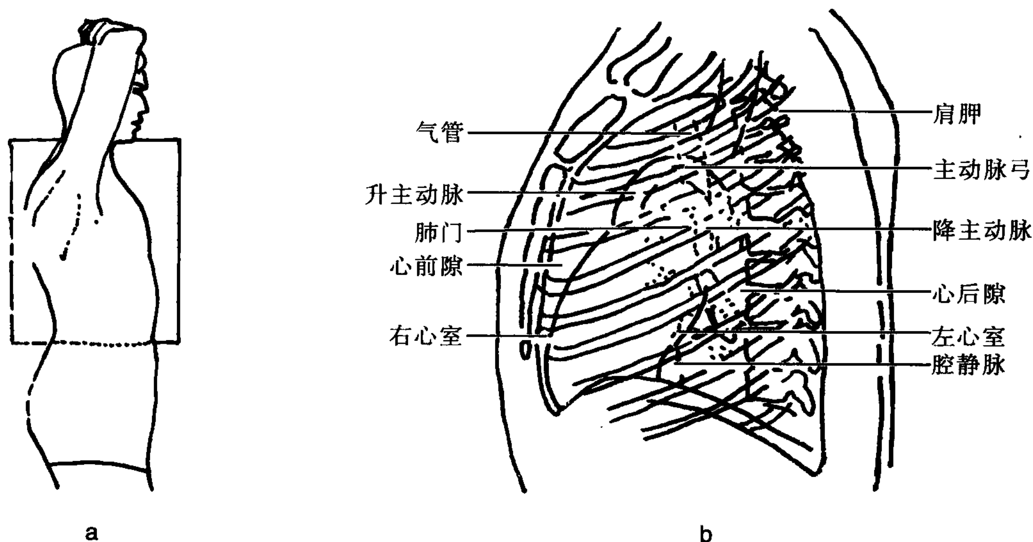


图4–51　胸部侧位

（十）胸部前凸位（前后方向）

【摄影目的】该体位属于胸部平片的一种辅助检查，在重点观察肺尖病变及下胸部叶间胸膜积液、右下肺不张时采用。

【摄影体位】被检者背向摄影架站立，立于摄影架前约 30 cm，两足分开与肩同宽，身体正中矢状面或脊柱对准探测板中线。肘部弯曲，两上臂尽量内旋，手背放于髋部，上胸部后仰，使肩部紧贴探测板，下胸部前凸，使胸部冠状面与探测板呈 45°角。探测板上缘超出锁骨上 6~7 cm，两侧与侧胸壁等距（图 4–52a）。

【中心线】中心线水平投射，经胸骨柄下缘垂直射入探测板。

【屏气情况】深吸气后屏气曝光。

【体位显示标准】①显示胸部半轴位影像，锁骨位于胸廓的最上方，肺尖钝圆，清晰显示在锁骨下方；②肋骨呈水平状，肋间隙变宽（图 4–52b）。

【注意事项】①当患者身体后倾角度不够时，中心线可向头侧倾斜 12°角，对准胸骨角与剑突连线的中点射入探测板中心；②患者体位倾斜角较大，摄影架要牢固、可靠，以防患者摔伤；③婴幼儿及体弱不能配合者，不宜选择该体位。

学习笔记

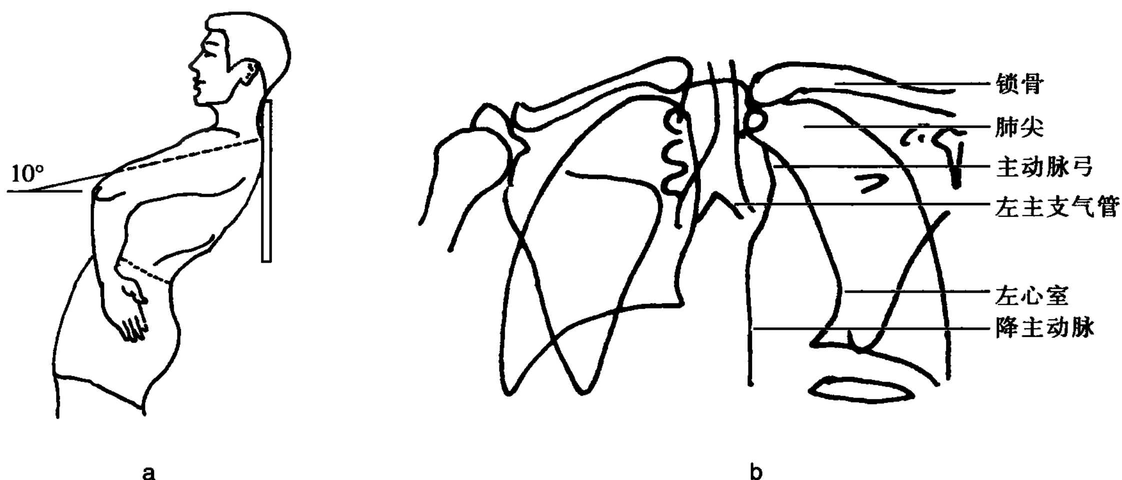


图4-52 胸部前凸位（站立）

（十一）胸部前凸位（后前方向）

【摄影目的】观察下胸部叶间胸膜积液、右下肺不张时可采用的摄影体位。

【摄影体位】被检者面向摄影架站立，两手握摄影架两侧，腹部紧贴探测板下缘，胸部后仰使冠状面与探测板呈 45°角，身体正中矢状面与探测板垂直并对准探测板中线。探测板上缘超出肩部 6~7 cm，两侧与侧胸壁等距（图 4-53a）。

【中心线】中心线水平投射，经第 4 胸椎垂直射入探测板。

【屏气情况】深吸气后屏气曝光。

【体位显示标准】显示下胸部半轴位影像，下胸部及叶间隙显示清晰（图 4-53b）。

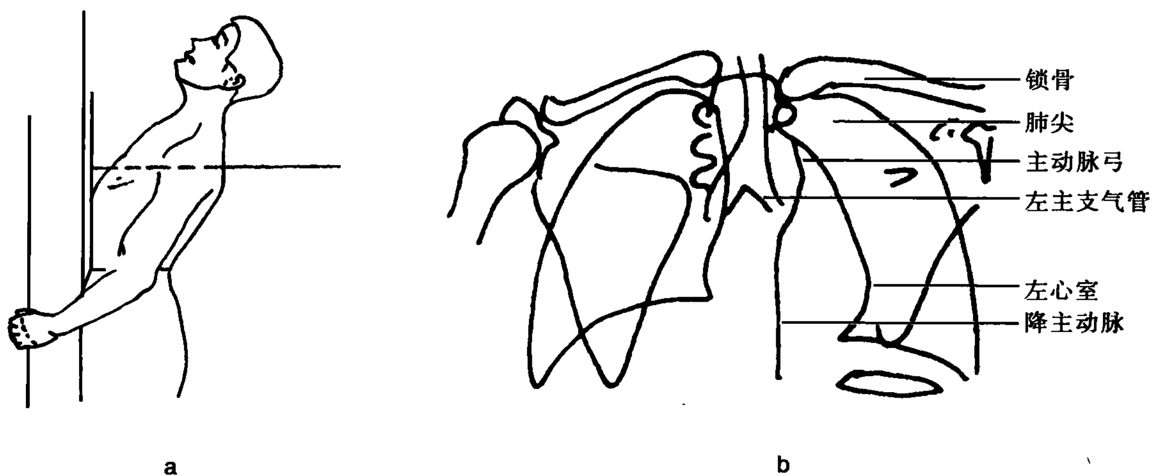


图4-53 胸部前凸位（后前方向）

学习笔记

（十二）心脏后前位（正位）

【摄影目的】肺部及气管、心脏、纵隔和横膈、胸膜及胸壁、肋骨的病变。

【摄影体位】被检者面向立式探测板站立，前胸壁紧贴探测板，两足分开，身体站稳。身体正中矢状面对准探测板中线。下颌稍仰置于颏托上，探测板有效面积上缘超出两肩。两肘屈曲臂内旋，手背置于髋部，锁骨成水平（图 4-54a）。

【中心线】中心线通过第 6 胸椎垂直射入探测板。

【屏气情况】深吸气后屏气曝光。

【体位显示标准】为胸部正位影像。包括两侧胸廓、肺野、肋膈角，肺尖显示在锁骨上方，肩胛骨位于肺野外方，两侧胸锁关节对称，胸骨、心脏与胸椎重叠，肺纹理、肋骨、横膈、心脏边缘锐利，无移动模糊现象。曝光条件应使密度层次丰富和对比度适当。纵隔中可以看到第 1~4 胸椎影像，心脏边缘中肋骨隐约可见（图 4-54b）。

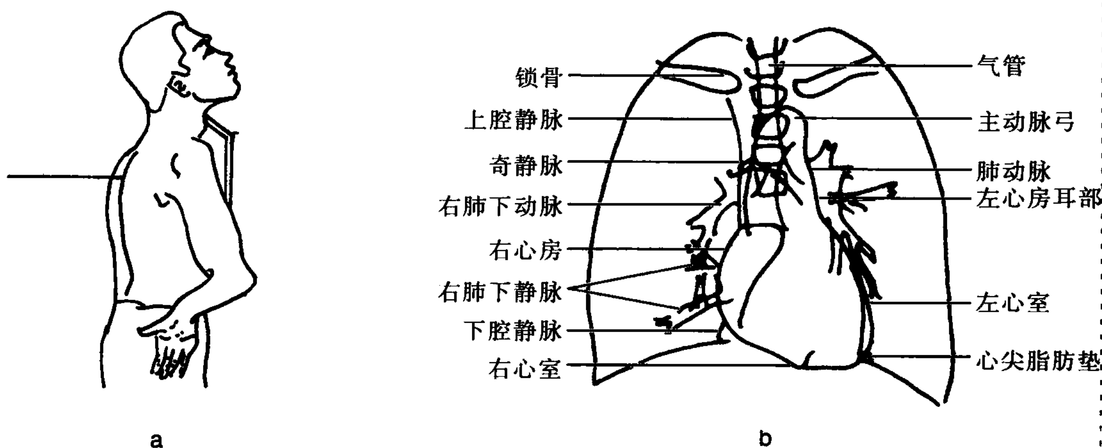


图4-54　心脏后前位（正位）

（十三）心脏左侧位

【摄影目的】肺部及气管、心脏、纵隔和横膈、胸膜及胸壁的病变。

【摄影体位】被检者左侧立于立式探测板前，被检一侧胸壁贴近探测板，身体正中矢状面与探测板平行。两足分开，身体站稳，两臂上举环抱头部，使两肩尽量不与肺部重叠。探测板有效面积上缘超出第 7 颈椎，胸部腋中线对准探测板中线，前、后胸壁与探测板两侧缘等距（图 4-55a）。

【中心线】中心线对准第 6 胸椎平面的侧胸壁中点垂直射入探测板。

【屏气情况】深吸气后屏气曝光。

【体位显示标准】为胸部侧位像。心脏大血管居中偏前，呈前下后上倾斜。心前缘上部为升主动脉，下连肺动脉，下部为右心室。上腔静脉、头臂干及气管与弓部相重叠。心后缘距脊柱有一定间隙且呈窄长形。上部小圆弧为左心房，下部大圆弧为左心室，与横膈间的三角形为下腔静脉。与横膈相接面前方小部分是右心室，后方大部分是左心室。主动脉弓下方，主动脉窗内气管分叉前部的圆影，为右肺动脉的轴位投影。左肺动脉为平气管分叉的水平走向阴影。降主动脉沿脊柱前缘下行（图 4-55b）。

学习笔记

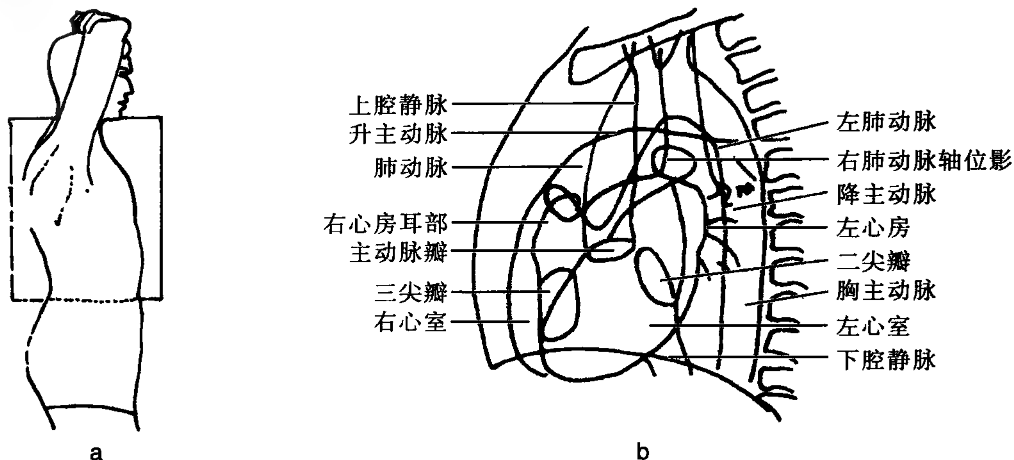


图4-55 心脏左侧位显示图

（十四）心脏右前斜位（第1斜位）

【摄影目的】心脏及大血管、肋骨的病变。

【摄影体位】被检者立于立式探测板前，右前胸壁紧贴探测板面。左手上举，屈肘抱头，右手背置于髋部，右臂内旋。身体冠状面与探测板成45°~55°角。探测板有效面积上缘超出锁骨5~6 cm，左右缘包括左前及右后胸壁（图4-56a）。

【中心线】中心线经左侧腋后线与第6胸椎高度交界处垂直射入探测板（图4-56b）。

【屏气情况】平静呼吸下屏气曝光。

【体位显示标准】①显示胸部右前斜位影像：图像上缘包括下颈部，下缘包括膈肌，前后缘包括侧胸壁；②胸部呈斜位投影，心脏大血管投影于胸部左侧，不与胸椎重叠，胸椎投影于胸部右后1/3处；③食道胸段钡剂充盈良好，位于心脏与脊柱之间（图4-56c）。

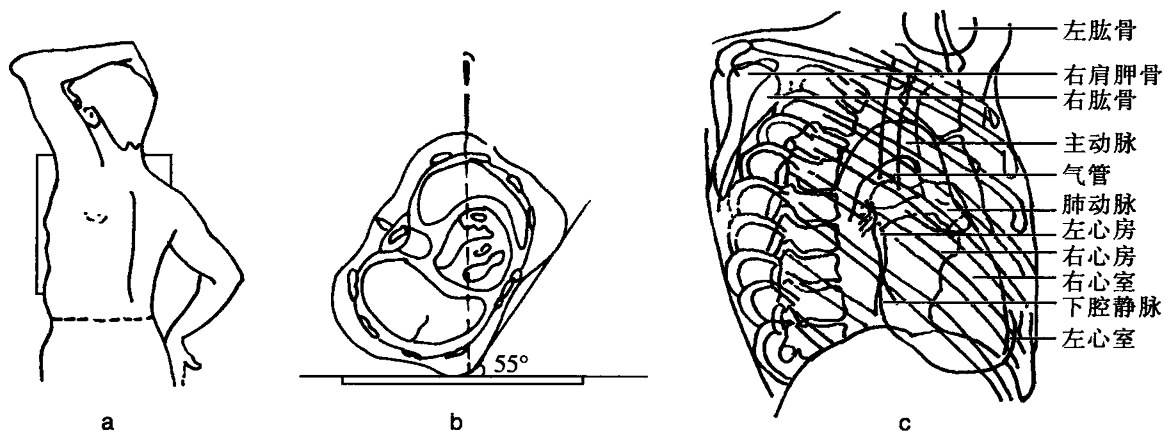


图4-56 心脏右前斜位（第1斜位）

（十五）心脏左前斜位（第2斜位）

【摄影目的】心脏及大血管、肋骨的病变。

【摄影体位】被检者立于立式探测板前，左前胸壁紧贴探测板面。右手上举，屈肘抱头，左手背置于髋部，左臂内旋。身体冠状面与探测板成65°~75°角。探测板有效面积上缘超出锁骨5~6 cm，左右缘包括右前及左后胸壁（图4-57a）。

【中心线】中心线经右侧腋后线与第6胸椎高度交界处垂直射入探测板（图4-57b）。

【屏气情况】平静呼吸下屏气曝光。

【体位显示标准】①显示胸部左前斜位影像：图像上缘包括下颈部，下缘包括膈肌，前后缘包括侧胸壁；②胸部呈斜位投影，心脏大血管投影于胸部右侧，不与胸椎重叠，胸椎投影于胸部左后 1/3 偏前处；③心后缘上方是展开的主动脉弓，弓下透明区为主动脉窗，胸主动脉全部显示，边缘清晰。

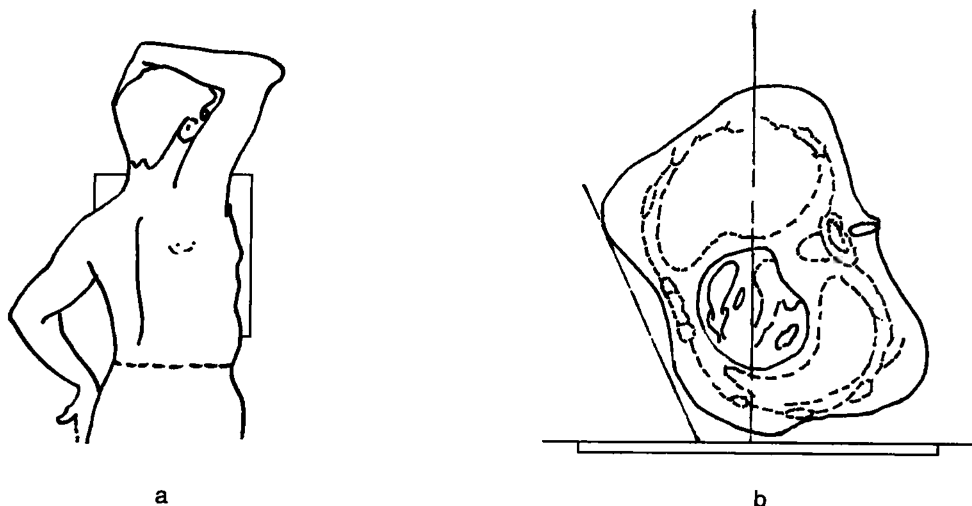


图4-57　心脏左前斜位（第2斜位）

三、胸部其他摄影体位

（一）胸部半坐前后位

【摄影目的】不能站立患者，疑有液气胸时所采用的胸部摄影体位。

【摄影体位】被检者取半坐位背靠支架，置于背后。双手背置于髋部，肘关节内旋，身体正中矢状面垂直并重叠于中线。肺尖和肋膈角均包括在内。

【中心线】中心线经胸骨角垂直射入。

【屏气情况】深吸气后屏气曝光。

【体位显示标准】①显示胸部正位影像，与胸部站立位后前位影像相比，半卧位影像显示纵隔增宽，心脏和前肋骨影像放大，肺野相对缩小；②液气胸患者因液平面不与 X 线中心线平行，液面显示不锐利。

（二）胸部侧卧后前位

【摄影目的】不能站立或半卧位的患者，疑有液气胸时所采用的胸部摄影体位。

【摄影体位】被检者侧卧于摄影床上，胸部下垫以特制摄影架或棉垫，探测板横立于胸前，包括被检一侧的侧胸壁，近床侧上肢上举、屈肘抱头，远床侧上肢屈肘向前环抱使之固定。疑有胸腔积液时被检一侧在下靠近床面；疑有胸腔积气时被检一侧在上远离床面。

【中心线】中心线经第 6 胸椎垂直射入。

【屏气情况】深吸气后屏气曝光。

【体位显示标准】①显示胸部正位影像，纵隔轻度向近床侧移位，近床侧肺野变窄；②胸腔积液者在被检一侧外部可见边缘锐利的液面；③胸腔积气者在被检一侧外部可见半月形透亮区，其内无肺纹理。

学习笔记

（三）胸部仰卧侧位

【摄影目的】不能站立的患者，疑有肺部及气管、心脏、纵隔和横膈、胸膜及胸壁的病变时所采用的胸部摄影体位。

【摄影体位】被检者仰卧于摄影床上，背部下垫以特制摄影架或棉垫，两臂上举，下颌前伸；探测板侧立于被检一侧胸部，身体矢状面与探测板平行，上缘平甲状软骨、下缘包括第12胸椎，胸前和背后软组织均包括在内。

【中心线】中心线水平投射，经腋中线与第5胸椎平面交界处垂直射入。

【屏气情况】深吸气后屏气曝光。

【体位显示标准】①显示胸部侧位影像， 膈肌位置较高，近前胸壁的肺组织显示清晰；②胸腔积液时，体液沉积于背部，液面呈线状；③胸腔积气时，气体聚集在胸骨后成带状。

（四）胸部点片

对于胸部整体片上有些可疑的病灶时，可在透视下转动被检者至病灶显示的最佳位置时进行胸部点片。其方法是利用数字胃肠机进行图像采集，被检者背靠摄影床面站立，在透视下转动被检者，摄取病灶切线位和与之垂直的两个位置的影像。

四、胸部摄影体位选择

（一）胸部常用摄影体位的选择（见表4–4）

表4–4 胸部常用摄影体位

检查部位	常用摄影体位
胸部（肺）	胸部后前位、胸部侧位
心脏大血管	胸部后前位、胸部左侧位、胸部右前斜位、胸部左前斜位
胸骨	胸骨后前位、胸骨侧位
肋骨	肋骨前后位
胸锁关节	胸锁关节后前位

（二）胸部常见病变摄影体位的选择（见表4–5）

表4–5 胸部常见病变的摄影体位

病变	首选体位	其他体位
肺及支气管病变	胸部后前位、胸部侧位	
胸腔游离积液	胸部后前位、胸部侧位	胸部侧卧后前位、胸部仰卧侧位
包裹性积液	胸部后前位	切线位
肺下积液	胸部后前位、胸部仰卧前后位	胸部侧卧后前位
气胸	胸部后前位、胸部侧位	胸部侧卧后前位、胸部半坐前后位
肺不张、中叶综合征	胸部后前位、胸部侧位	胸部前凸前后位、胸部后仰后前位
咯血	胸部后前位、胸部侧位	
纵隔病变	胸部后前位、胸部侧位	
左心房增大	胸部后前位、胸部左侧位、胸部右前斜位	
右心房增大	胸部后前位、胸部左前斜位	胸部右前斜位、胸部左侧位
左心室增大	胸部后前位、胸部左侧位、胸部左前斜位	
右心室增大	胸部后前位、胸部右前斜位	胸部左侧位、胸部左前斜位
膈膨出	胸部后前位、胸部侧位	
横膈麻痹、支气管异物	胸部后前位（摄呼气像和吸气像）	
膈下脓肿	胸部后前位、胸部侧位	高千伏摄影
胸部外伤	胸部后前位	（依病情而定）

学习笔记

第四节　腹部摄影

一、摄影注意事项

（1）除急腹症和孕妇外，摄影前均应清除肠道内容物。常用方法有两种：①自洁法：摄影前一日晚睡前口服缓泻剂，如蓖麻油 20~30 ml 或潘泻叶 1 剂，摄影日清晨禁食，摄影前先行腹部透视，肠腔清洁方可摄影；②灌肠法：摄影前 2 小时用肥皂水或生理盐水约 1 500 ml 进行清洁灌肠，清除肠腔内内容物。

（2）除新生儿外，腹部摄影均应使用滤线器技术，焦-板距为 110 cm。

（3）腹部摄影一般选择深呼气后屏气曝光。

（4）摄影时注意对被检者的性腺器官进行有效的 X 线防护。

（5）先天性肛门闭锁者，应在婴儿出生后 20 小时左右进行摄影，否则可因出生时间短，肠道内气体未到达直肠，而无法观察闭锁的部位和范围。摄影时将患儿倒立 1~2 分钟，于原肛门凹口处放一金属标记，摄倒立位片。

二、腹部常用摄影体位

（一）腹部仰卧前后位

【摄影目的】泌尿生殖器官及肾上腺的病变：如结石、结核、肿瘤、动脉瘤、炎性肿块、外伤、误吞异物等。

【摄影体位】被检者仰卧于摄影床上，身体正中线（矢状面）与床面垂直，且与照射野中线垂直。双上臂上举或放于身旁，下肢伸直。上缘平剑突上 3 cm，下缘包括耻骨联合下 3 cm。

【中心线】中心线经剑突与耻骨联合连线中点垂直射入。

【体位显示标准】①显示腹部正位影像，图像上缘包括膈肌，下缘包括耻骨联合，两侧包括腹侧壁，脊柱居中、两侧髂骨对称；②腰大肌由内上斜向外下、边缘清晰，肾脏轮廓影可见；③腹壁脂肪线显示清楚（图 4-58）。

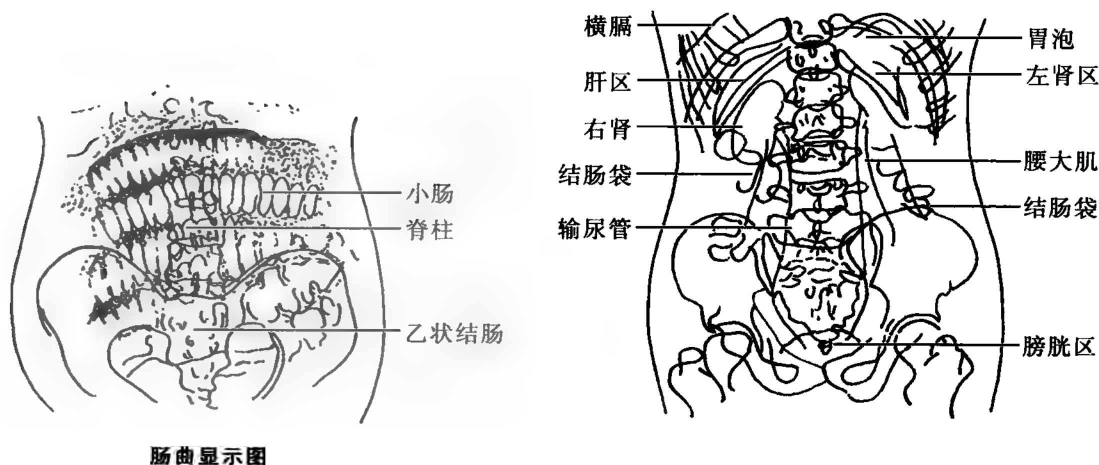


图4-58　腹部仰卧前后位

（二）腹部侧卧侧位

【摄影目的】泌尿生殖器官及肾上腺的病变与胆系病变的鉴别，外伤，误吞异物。

【摄影体位】被检者侧卧于摄影床上，被检一侧在下靠近床面，冠状面与床面垂直，腹部

学习笔记

前后壁连线的中点对准照射野中线。两臂上举、屈肘抱头，下肢轻度弯曲。上缘超过剑突，下缘包括耻骨联合。

【中心线】①中心线经剑突与耻骨联合连线中点平面，对准腹部前后径中点垂直射入；②腰骶椎呈侧位像，两侧髂骨重叠。

【体位显示标准】①显示腹部侧位影像，图像上缘包括膈肌、下缘包括耻骨联合，两侧包括腹前壁和背部；②腰骶椎呈侧位，两侧髂骨重叠；③腹壁脂肪线显示清楚。

(三) 腹部站立前后位

【摄影目的】急性胃扩张、胃肠道中空脏器穿孔、梗阻、肠气囊肿症、腹腔内占位性病变(肿瘤、炎症等)。平片可观察胃肠道反射性肠淤积、钙化等以协助诊断；误吞异物，腹部及腹腔内脏器创伤。腹腔内脏器下垂。

【摄影体位】被检者面向X线球管站立于摄影架前，身体正中矢状面与探测板垂直，并与中线重合。两臂自然下垂，手掌向前置于身旁，竖放。对疑有消化道穿孔者，上缘包括第4前肋；对疑有肾位置异常者，下缘包括耻骨联合。

【中心线】中心线水平投射，经脐垂直射入。对疑有消化道穿孔者，中心线经剑突与脐连线中点垂直射入。

【体位显示标准】①显示腹部站立位影像，图像上缘包括膈肌、下缘包括耻骨联合，两侧包括腹侧壁，脊柱居中、两侧髂骨对称；②腰大肌由内上斜向外下、边缘清晰，肾脏轮廓影可见；③腹壁脂肪线显示清楚（图4-59)。

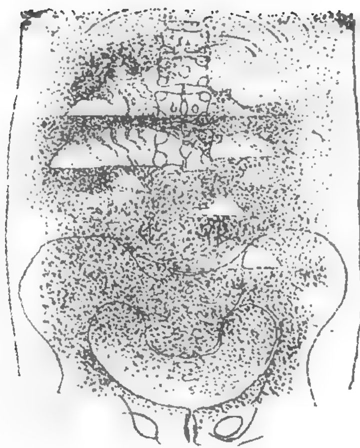


图4-59 腹部站立前后位显示图

(四) 胆区后前位

【摄影目的】肝、胆、胰的病变，膈下脓肿，婴幼儿坏死性肠炎。传统的X线检查中，右上腹部平片常被采用，自B超、CT、MRI等影像技术在临床普遍应用以来，该项技术逐渐被取代。

【摄影体位】被检者俯卧于摄影床上，右侧稍抬高使冠状面与床面呈20°~30°角，第1腰椎右侧棘突外10 cm处对准中心；左臂置于身旁，右臂屈肘、右髋部垫高以支撑身体。上缘包括右侧膈肌，下缘包括右侧髂嵴。

【中心线】中心线经第1腰椎平面垂直射入中心。

【体位显示标准】显示腹部（胆区）左前斜位像，图像上缘包括第12胸椎，下缘包括右侧髂嵴，内缘包括脊柱右缘，外缘包括右侧腹壁。

学习笔记

三、腹部其他摄影体位

（一）腹部侧卧后前位

【摄影目的】胃肠道中空脏器穿孔、梗阻不能站立的患者。

【摄影体位】被检者左侧在下侧卧于摄影床上，身体矢状面与床面平行；探测板竖向置于被检者腹前且垂直于床面，其上缘包括剑突，右侧缘超出腹壁 4 cm。

【中心线】中心线水平投射，经第 3 腰椎垂直射入。

【体位显示标准】显示腹部正位像，腹腔内若有游离气体，显示于肝与右侧腹壁之间，肠腔内气液平面显示清晰。

（二）腹部倒立前后位

【摄影目的】先天性肛门闭锁畸形，了解闭锁段与肛门的距离。

【摄影体位】置于立式摄影架上，在患儿肛门处放一金属标记物或将金属棒插入肛管盲端，勿用力下压。陪护人员一手抓住患儿双踝部，另一手托住患儿肩部或头部，使头部向下，臀背部贴近探测板，身体正中矢状面垂直且重合于中线，上缘超出肛门处皮肤 6 cm。

【中心线】中心线水平投射，经耻骨联合上缘垂直射入，曝光时严格控制照射野。

【体位显示标准】①显示腹部倒立正位像，图像包括两侧臀部皮肤，脊柱居中；②金属标记显示清晰；③可见充气扩张的直肠盲端。

（三）腹部倒立侧位

【摄影目的】先天性肛门闭锁畸形，了解闭锁段与肛门的距离。

【摄影体位】置于立式摄影架上，在患儿肛门处放一金属标记物或将金属棒插入肛管盲端，勿用力下压。陪护人员一手抓住患儿双踝部，另一手托住患儿肩部或头部，使头部向下，呈侧位，臀部贴近，身体正中矢状面与探测板平行，上缘超出肛门处皮肤 6 cm。

【中心线】中心线水平投射，经骶骨前方垂直射入，曝光时严格控制照射野。

【体位显示标准】①显示腹部倒立侧位像，图像包括臀部皮肤；②金属标记显示清晰；③可见充气扩张的直肠盲端位于骶尾骨前方。

（四）胆区右后斜位

【摄影目的】肝、胆、胰的病变，隔下脓肿，婴幼儿坏死性肠炎。

【摄影体位】被检者仰卧于摄影床上，左侧抬高使身体冠状面与床面呈 20°角，腹中线右缘 5 cm 处对准中线，第 1 腰椎平面对中心。

【中心线】中心线经第 1 腰椎平面垂直射入。

【体位显示标准】显示腹部（胆区）斜位像，图像上缘包括第 12 胸椎，下缘包括右侧髂嵴，内缘包括脊柱右缘，外缘包括右侧腹壁。

（五）肾及输尿管前后位

【摄影目的】泌尿系统结石、占位性病变（如肿瘤、脓肿、炎性肿块）、后腹膜占位性病变（如肿瘤、脓肿、炎性肿块）、外伤、泌尿生殖器官及肾上腺钙化（如结核、肿瘤、动脉瘤）。

【摄影体位】被检者仰卧于摄影床上，两上肢放于身体两侧，双下肢伸直；身体正中矢状面垂直并重合于中线，重点检查肾区时，上缘包括第 11 胸椎；重点检查输尿管时下缘包括耻骨联合。

【中心线】中心线对准中心射入。

【体位显示标准】显示肾及输尿管正位影像，两侧肾及腰大肌轮廓影像清晰。

(六)膀胱前后位

【摄影目的】膀胱和前列腺的病变如结石、肿瘤、脓肿、炎性肿块、钙化等。

【摄影体位】被检者仰卧于摄影床上，两上肢放于身体两侧，双下肢伸直；身体正中矢状面垂直并重合于中线，上缘平髂嵴、下缘超过耻骨联合。

【中心线】中心线经耻骨联合上 4 cm 处垂直射入。

【体位显示标准】显示膀胱正位影像。

(七)膀胱左(右)斜位

【摄影目的】膀胱和前列腺的病变如结石、肿瘤、脓肿、炎性肿块、钙化等。

【摄影体位】被检者仰卧于摄影床上，身体右(左)侧抬高，使矢状面与床面呈 45°角，耻骨联合右(左)缘 5 cm 处对准中线，左(右)下肢伸直，右(左)下肢屈曲与对侧分开。耻骨联合上 4 cm 对准长轴中心。

【中心线】中心线经耻骨联合上 4 cm 处向右(左)5 cm 处垂直射入。

【体位显示标准】显示膀胱斜位影像，小骨盆斜位影像，耻骨联合影像显示清晰。

四、腹部摄影体位选择

(一)腹部常用摄影体位选择(见表 4-6)

表4-6 腹部常用摄影体位

检查部位	常用摄影体位	检查部位	常用摄影体位
全腹	腹部仰卧前后位	肾区	肾区仰卧前后位
胆区	胆区后前位	膀胱区	膀胱前后位

(二)腹部常见病变摄影体位选择(见表 4-7)

表4-7 腹部常见病变摄影体位

病变	首选体位	其他体位
急性胃扩张	腹部站立前后位	
急腹症 (包括急性胃肠炎穿孔、肠梗阻、肠套叠和肠扭转)	腹部站立前后位	腹部侧卧后前位
胆系结石	胆区后前位	胆区右后斜位、腹部侧卧侧位
泌尿系结石	腹部仰卧前后位	腹部侧卧侧位
游走肾、肾下垂	腹部站立前后位、腹部仰卧前后位	
异物	腹部仰卧前后位、腹部侧卧侧位	先天性肛门闭锁
腹部倒立前后位、腹部倒立侧位		

第五节 脊柱摄影

一、摄影注意事项

(1)摄影前应详细阅读申请单，询问病情，根据摄影体位选择原则，正确选择摄影体位。

(2)摄影前应除去被摄部位体表不透 X 线的膏药，并清洗干净体表皮肤辅料及可显影的衣物等。上部颈椎或张口位投照时，应除去口内的活动义齿。下部脊柱摄影前，应询问被检

者近期有无服用高原子序数的药物，是否做过消化道钡餐检查。骶椎摄影前应先行排便，以避免过多的肠内容物的重叠，必要时应做清洁灌肠。

（3）摆放摄影体位时，应在熟悉脊柱解剖和体表定位标志的基础上，利用调整被检者体位或中心线方向来适应脊柱的生理或病理弯曲，使X线与椎间隙平行，避免椎体影像相互重叠。摆放摄影体位时，应避免人为地造成前屈、后伸或侧弯。

（4）脊柱外伤患者摄影时，应避免损伤脊髓或血管。操作时，可在保持中心线、体位和探测板三者相对关系不变的前提下，改变摄影操作方法，尽量减少对病人的搬动。

（5）脊柱摄影应包括近邻有明确标志的椎骨，以识别椎序；组织密度、厚度差异较大的部位，可采用分段摄影，并应注意两段间的衔接，重复近邻的1~2个椎体，以免遗漏病变。

（6）腰椎摄影宜让被检者深呼气后屏气曝光，使腹部组织变薄，利于提高影像对比度，其他位置多为平静呼吸状态下屏气曝光。

（7）脊柱摄影管电压较高，需使用滤线器摄影技术，并使用适当厚度的过滤板，对厚度悬殊较大的部位摄影时，应利用阳极效应使影像密度接近一致。

（8）摄影时应注意对被检者的X线防护，特别是腰、骶尾椎摄影时，应对性腺器官进行有效的屏蔽防护。

二、脊柱常用摄影体位

（一）第3~7颈椎前后位

【摄影目的】第3~7颈椎及上部胸椎的病变。

【摄影体位】被检者仰卧于摄影床上或站立于摄影架前，身体正中矢状面垂直探测板并重合于探测板中线。两臂置于身旁，头稍上仰，听鼻线垂直于探测板；探测板上缘平外耳孔、下缘平胸骨颈静脉切迹（图4-60a）。

【中心线】中心线向头端倾斜10°~15°角，经甲状软骨射入探测板。

【体位显示标准】①显示第3~7颈椎正位影像，第3~7颈椎与第1胸椎显示于图像正中；②颈椎棘突位于椎体正中，横突左右对称显示；③颈椎骨质、椎间隙与钩突关节显示清晰；④第1肋骨椎旁软组织包括在图像中，影像边界可辨；⑤气管投影于椎体正中部，边界可辨；⑥下颌骨位于第2、3颈椎间隙高度显示（图4-60b）。

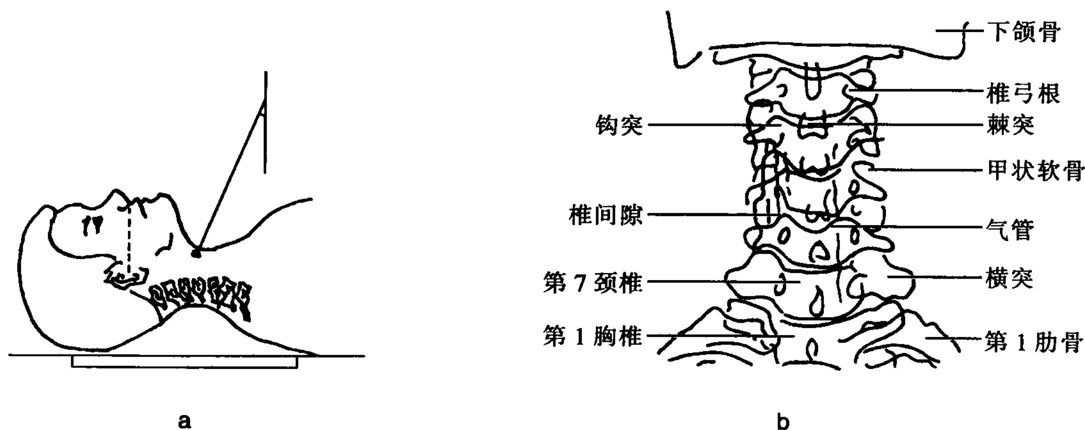


图4-60 颈椎前后位

学习笔记

（二）第 1、2 颈椎张口位

【摄影目的】1、2 颈椎的病变如骨折、脱位等。

【摄影体位】被检者仰卧于摄影床上，身体正中矢状面垂直床面并对准照射野中线。两臂置于身旁；下颌稍仰，使上颌切牙咬合面与乳突尖连线垂直于床面，上、下连线中点对探测板中心。曝光时嘱被检者口尽量张大并发“啊……”声（如被检者不能持久张口者，口内可放一干燥的软木塞或泡沫块），口腔装有义齿者，摄影时应取下，以免与颈椎影像重叠（图 4-61a）。

【中心线】中心线经张大的口腔中心垂直射入探测板。

【体位显示标准】①显示第 1、2 颈椎正位影像，第 1、2 颈椎和寰枢关节清晰显示在上、下齿列之间；②上颌切牙牙冠与枕骨底部骨板边缘影像重叠；③第 2 颈椎位于图像正中，齿状突显示清晰，且不与枕骨重叠；④图像两侧影像对称，齿状突与第 1 颈椎两侧块间隙对称；⑤寰枕关节呈切线状显示；⑥第 1、2 颈椎骨质结构清晰显示（图 4-61b）。

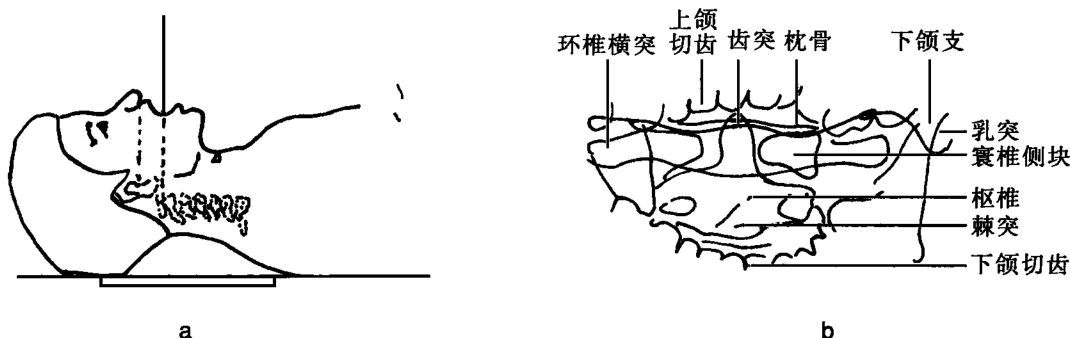


图4-61　第1、2颈椎张口位

（三）颈椎侧位

【摄影目的】颈椎及椎旁软组织的病变。

【摄影体位】被检者侧立于摄影架前，颈椎长轴和矢状面与探测板平行；被检者双手各持一沙袋，使两肩尽量下垂，以免肩部与下部颈椎重叠。近探测板侧肩部抵探测板下缘，头稍后仰，使听鼻线与探测板短轴平行，以免下颌骨与上部颈椎重叠。探测板上缘平外耳孔、下缘包括第 1 胸椎，颈部软组织前后缘与探测板前后缘等距离（图 4-62a）。

【中心线】中心线经甲状软骨平面、颈部前后缘连线中点垂直射入探测板。

【体位显示标准】①显示全部颈椎侧位影像，第 1~7 颈椎显示于图像正中；②各椎体骨质、椎间隙和椎间关节显示清晰，椎体前后缘均无双边缘现象；③下颌骨和肩部不与椎体重叠。气管、颈部软组织层次清楚（图 4-62b）。

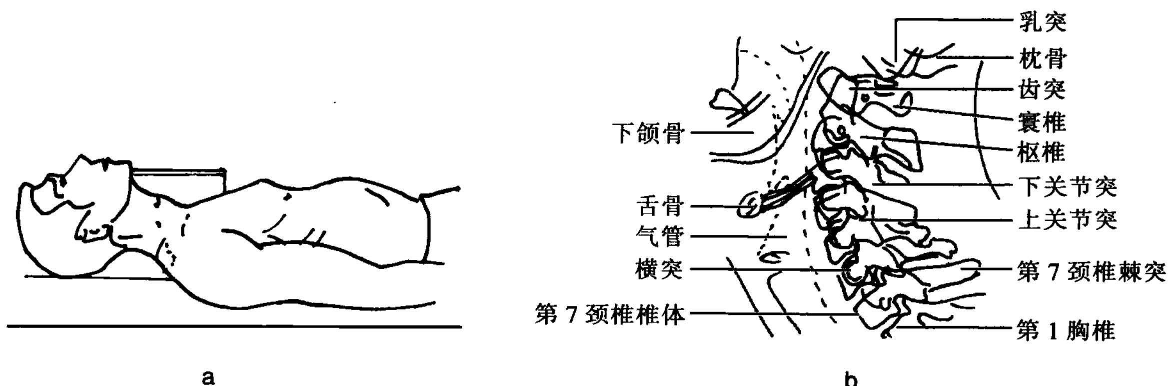


图4-62　颈椎侧位

学习笔记

（四）寰枕关节侧位

【摄影目的】寰枕关节的病变。

【摄影体位】被检者站立或坐于摄影架前，头稍后仰使听眶线与地平面平行。两肩尽量下垂，一侧颈部紧贴探测板，头颅矢状面与探测板平行，使寰枕关节呈侧位显示。外耳孔下方 2 cm 处对准探测板中心（图 4-63a）。

【中心线】中心线经外耳孔下方 2 cm 处水平方向射入探测板。

【体位显示标准】寰枕关节和上部颈椎呈侧位显示于图像正中，关节间隙和骨质结构清晰显示（图 4-63b）。

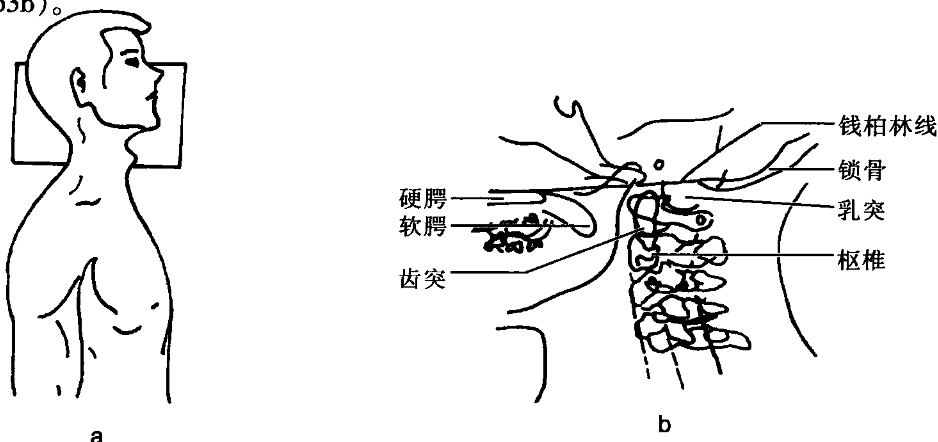


图4-63　寰枕关节侧位

（五）颈椎斜位

【摄影目的】颈椎椎间孔及附件的病变。

【摄影体位】被检者俯卧于摄影床上。右前斜位时面向左侧旋转，左侧身体抬高使冠状面与床面呈 55°~65°角，左前斜位则相反。颈椎长轴与探测板长轴平行，颈部中线对准探测板中线，近台侧上肢下垂，对侧（抬高侧）上、下肢屈曲以支撑身体。探测板上缘平外耳孔、下缘包颈静脉切迹（图 4-64a）。

【中心线】中心线向足端倾斜 10°角，经甲状软骨平面颈部中点射入探测板。

【体位显示标准】①显示全部颈椎斜位影像，1~7 颈椎显示于图像正中；②近探测板侧椎间孔、椎弓根显示清楚，椎间孔显示于椎体与棘突之间，椎弓根投影于椎体正中；③诸椎体骨质、椎间隙显示清晰；④下颌骨和肩部不与椎体重叠（图 4-64b）。

【附】颈椎斜位亦可采用前后斜位摄影，此时中心线应向头端倾斜，远离探测板侧椎间孔、椎弓根显示清楚。无论是后前位还是前后位，均可取坐位或立位摄影。

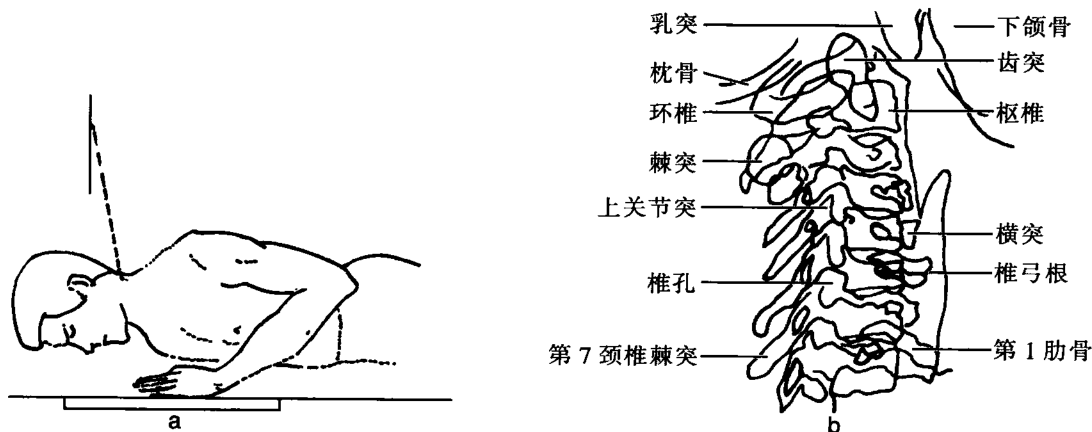


图4-64　颈椎斜位

学习笔记

（六）胸椎前后位

【摄影目的】胸椎及附件、椎旁软组织的病变。

【摄影体位】被检者仰卧于摄影床上，身体正中矢状面垂直床面并对准照射野中线。两臂置于身旁，下肢伸直或屈髋屈膝、两足平踏床面。探测板上缘平第 7 颈椎、下缘包括第 1 腰椎（图 4–65a）。

【中心线】中心线对准第 6 胸椎，垂直射入探测板。

【体位显示标准】①显示全部胸椎正位影像，第 1~12 胸椎显示于图像正中；②棘突序列于椎体正中，双侧横突、椎弓根对称显示；③各椎体骨结构、椎间隙清晰锐利；④椎旁软组织影界限分明可辨（图 4–65b）。

【附】胸椎前后位摄影时，上部组织厚度较薄，中下部胸椎与纵隔、膈肌和上腹部脏器重叠，两者之间组织密度差异较大，可运用阳极效应。第 11 胸椎至第 2 腰椎为外伤或病理性骨折的好发部位，可摄取胸腰段前后位和侧位检查来确诊。

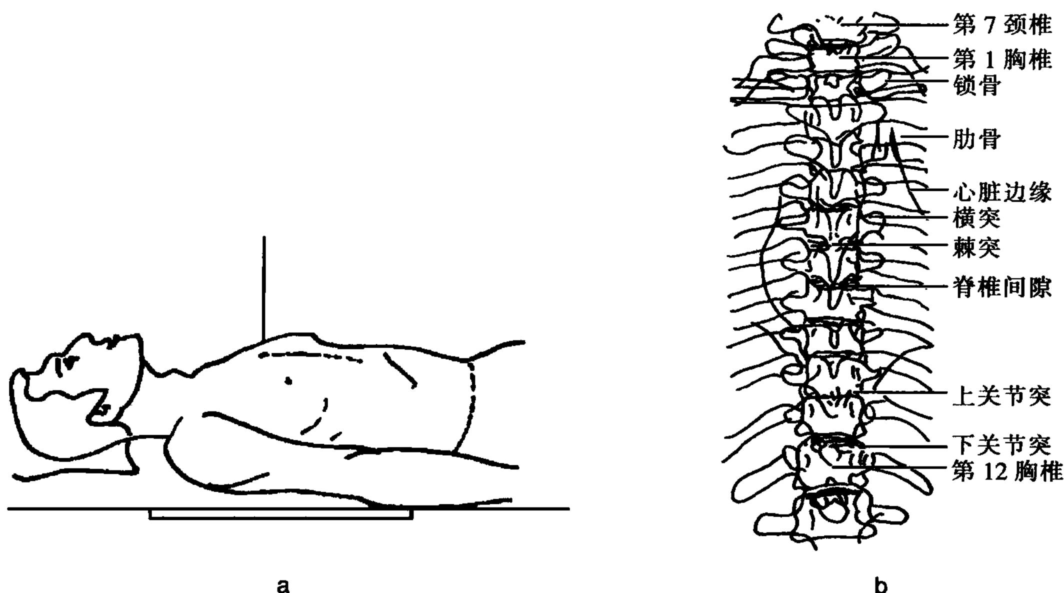


图4–65 胸椎前后位

（七）胸椎侧位

【摄影目的】第 3~12 胸椎椎体及附件的病变。

【摄影体位】被检者侧卧于摄影床上、胸椎侧弯畸形者凸侧靠近床面，两臂上举屈曲，头枕于近床侧的上臂上。双侧髋关节、膝关节屈曲以支撑身体，身体冠状面与床面垂直。腰部过细者在腰下垫棉垫，以使脊柱长轴与床面平行。棘突后缘置于照射野中线外约 5 cm 处(或棘突垂线在探测板边缘内 2~3 cm 处，后凸畸形者按最凸出处测量)。探测板下缘包括第 1 腰椎（图 4–66a）。

【中心线】中心线对准第 7 胸椎，垂直射入探测板。如腰部过细且未垫棉垫者，中心线向头端倾斜 5°~10°角，使中心线与斜置的胸椎长轴平行；也可使中心线对准第 12 胸椎垂直投射，利用斜射线使之与斜置的胸椎椎间隙平行，此时应注意照射野范围，以免上部胸椎不能显示（图 4–66b）。

【体位显示标准】①显示胸椎侧位影像，第 3~12 胸椎显示于图像正中，胸椎序列略呈后突弯曲，不与肱骨重叠；②椎体前后缘呈切线位显示，无双边影，椎间隙清晰可辨、各

椎体及附件结构清晰可辨；③棘突均包括在图像中；④肺野密度均匀，与椎体形成一定的影像对比（图4-66c）。

【附】胸椎侧位摄影的呼吸方式：①采用缓慢呼吸中曝光，可使重叠于胸椎之上的肋骨和肺纹理模糊；②采用高千伏摄影时平静呼吸中曝光；③采用分段摄影时，膈顶平面以上胸椎采用深吸气后屏气曝光，膈顶平面以下胸椎采用深吸气后再作深呼气后屏气曝光。

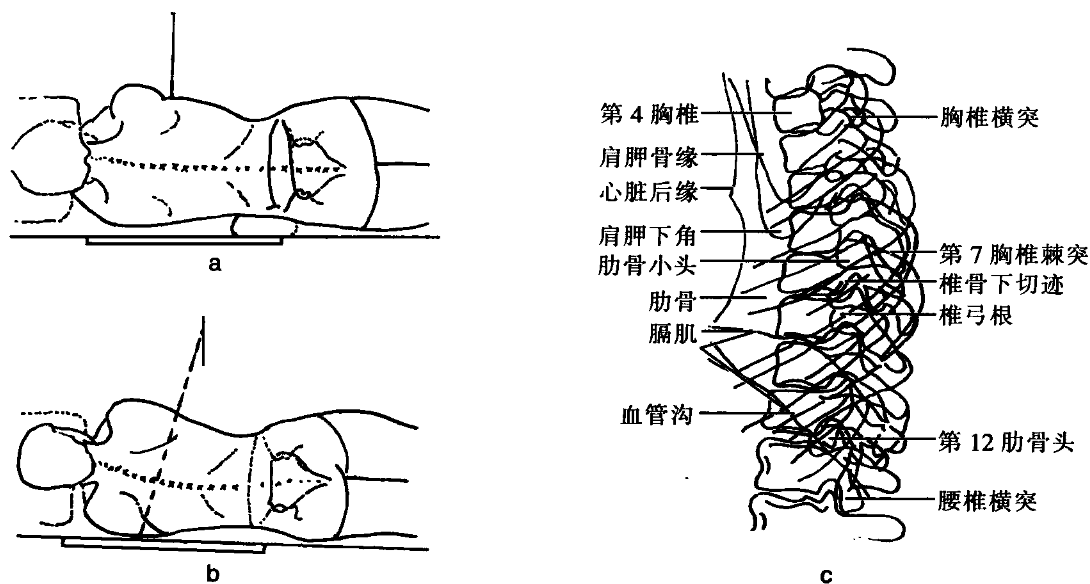


图4-66　胸椎侧位

（八）腰椎前后位

【摄影目的】腰椎椎体及附件、腰骶关节、椎旁软组织的病变。

【摄影体位】被检者仰卧于摄影床上，身体正中矢状面垂直床面并对准照射野中线。两臂置于身旁或胸前，两髋、膝关节屈曲，两足平踏床面，使腰部贴近床面，减少生理弯曲度。探测板上缘平第12胸椎、下缘包括部分骶椎。X线球管阴极端置于组织较厚的上部腰椎（图4-67a）。

【中心线】中心线对准第3腰椎，垂直射入探测板（图4-67b）。

【体位显示标准】①显示腰椎正位影像，第1~5腰椎、腰骶关节、双侧骶髂关节及双侧腰大肌位于图像正中呈对称显示；②椎体序列投影于图像正中，棘突序列于椎体正中，双侧横突、椎弓根对称显示；③第3腰椎椎体各缘呈切线显示，无双边影，椎体及附件骨小梁清晰，椎间隙清晰锐利；④腰大肌影边界清晰锐利（图4-67c）。

【附】如被检者不能仰卧时，可采用俯卧位（后前位）摄影，此时腰椎影像较前后位放大，但椎间隙显示较前后位清晰，且无双边影，皆因射线与前凸的腰椎椎间隙平行之故。对肥胖者摄影时，采用深吸气后再作深呼气后屏气曝光或在腹部置气囊压迫或压迫带，可提高影像质量。

学习笔记

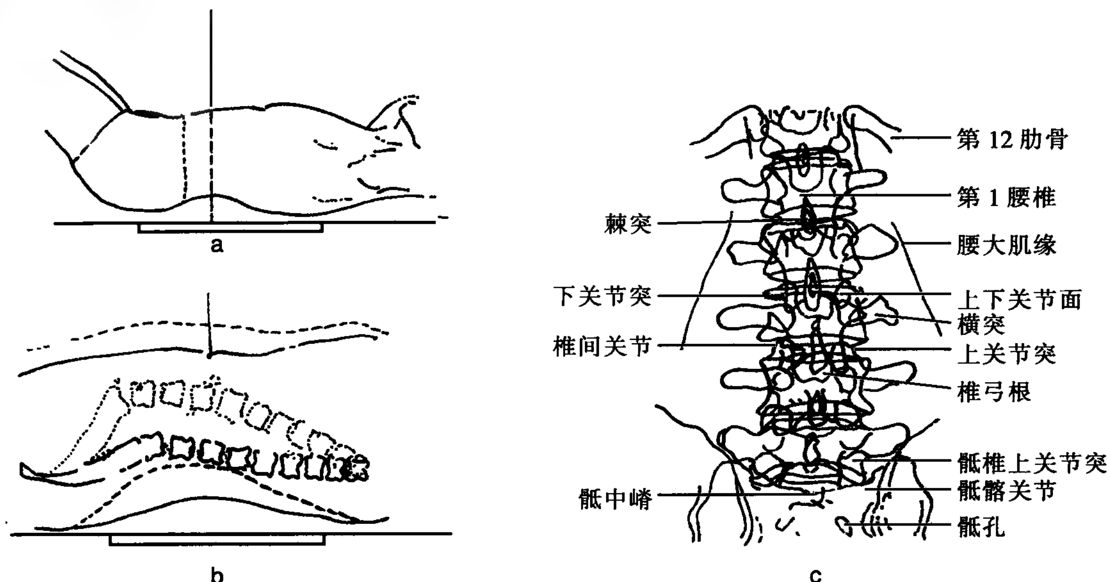


图4-67 腰椎前后位

(九)腰椎侧位

【摄影目的】腰椎椎体及附件、腰骶关节的病变。

【摄影体位】被检者侧卧于摄影床上，两臂屈曲放于胸前或上举抱头，双侧髋关节、膝关节屈曲以支撑身体，身体冠状面与床面垂直。腰细臀宽者在腰下垫棉垫，以使脊柱长轴与床面平行。棘突后缘置于照射野中线外约5 cm处（或棘突垂线在探测板边缘内2~3 cm处，后凸畸形者按最凸出处测量）。探测板上缘平第12胸椎、下缘包括部分骶椎。腰椎侧位时下段组织较厚，应使X线球管阴极端置于下部腰椎（图4-68a）。

【中心线】中心线投射方式：脊柱长轴与床面平行时中心线经髂嵴上3 cm处即第3腰椎平面垂直射入探测板；脊柱有侧弯畸形时，按脊柱倾斜方向，中心线向距床面高的一端倾斜5°角左右；臀部较宽者，腰部未垫棉垫时，中心线向足端倾斜10°角（图4-68b）。

【体位显示标准】①显示腰椎侧位影像，第1~5腰椎和腰骶关节显示于图像正中，椎体前缘和棘突均包括在图像中，椎间孔投影于图像正中；②椎体前、后缘完全重叠，无双边影；③椎体结构、骨皮质与骨小梁清晰可见，椎间隙显示良好（图4-68c）。

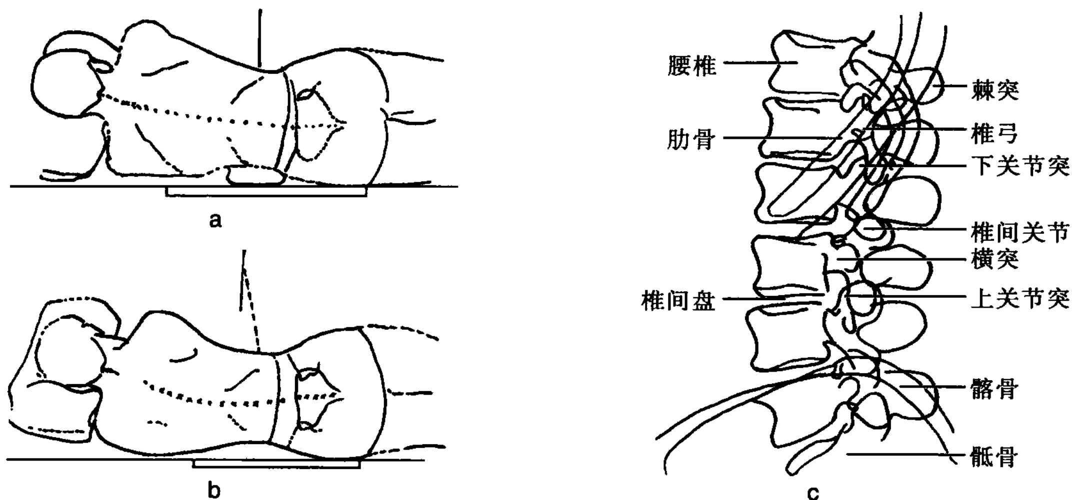


图4-68 腰椎侧位

学习笔记

（十）腰椎斜位

【摄影目的】腰椎椎弓根的病变。

【摄影体位】被检者仰卧于摄影床上，一侧腰部抬高，髋、膝略屈曲，足踏床面，使身体冠状面与床面呈45°角，头、背和臀部用棉垫支撑，被检一侧髋、膝屈曲平放床面。棘突后缘的投影位于探测板中线外约4 cm处，使倾斜后的腰椎前后结构均包括在探测板内，探测板上缘平第12胸椎、下缘包括部分骶椎（图4–69a）。

【中心线】中心线对准第3腰椎垂直射入探测板（图4–69b）。

【体位显示标准】①显示腰椎斜位影像，第1~5腰椎及腰骶关节影像位于图像正中；②近探测板侧椎弓根投影于椎体正中或前1/3处，椎间小关节间隙呈切线投影于椎体后1/3处；③椎间隙和骨结构显示良好，第3腰椎上、下双侧缘重合为一致密状影；④腰椎附件在斜位像中显示为“小狗状”形态；近探测板侧的横突为“狗嘴”、椎弓根为“狗眼”、椎弓峡部为“狗颈”、上关节突为“狗耳”、下关节突为“狗前腿”、“狗耳”与“狗前腿”间的窄隙为关节突关节间隙。远离探测板侧的椎弓、关节突组成“小狗”的后半部，“后退”为关节突，“狗尾巴”为横突（图4–69c）。

【附】腰椎斜位需摄左右双侧对比观察，腰椎斜位亦可取立位摄影。

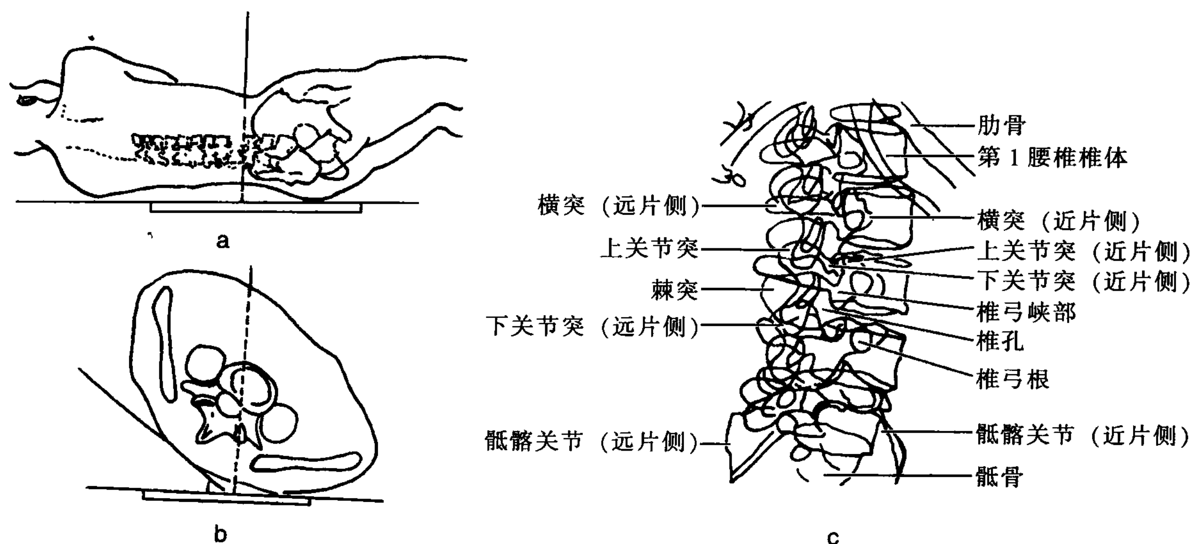


图4–69　腰椎斜位

（十一）腰骶连接（腰骶关节）前后位

【摄影目的】腰骶连接处的病变。

【摄影体位】被检者仰卧于摄影床上，身体正中矢状面垂直床面并对准照射野中线。两臂置于身旁或胸前，两髋、膝关节屈曲，两足平踏床面，使腰部贴近床面，减少生理弯曲度。探测板上缘平第3腰椎、下缘包括耻骨联合上方5 cm处（图4–70a）。

【中心线】中心线向头端倾斜15°或20°（男性15°、女性20°），经两侧髂前上棘连线中点射入探测板。

【体位显示标准】腰骶关节间隙显示清晰，相邻椎体面无重叠现象（图4–70b）。

【附】由于腰骶角的存在，在腰椎前后位图像上腰骶关节处显示不清，此位置则可很好显示。疑有腰骶连接处病变，还可摄取腰骶关节侧位，摄影体位与腰椎侧位相同，但应将腰骶关节处对准探测板中心，中心线经第5腰椎棘突前4 cm处射入，需适当增加管电压。

学习笔记

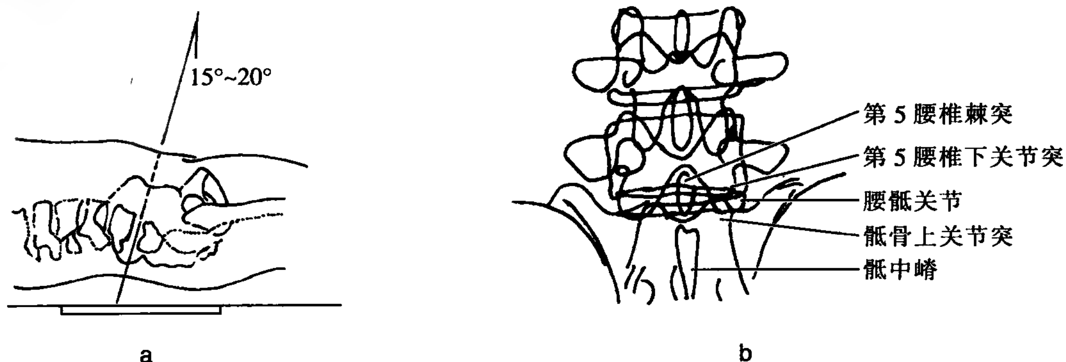


图4-70 腰骶连接前后位

(十二) 腰骶连接（腰骶关节）侧位

【摄影目的】腰骶连接处的病变。

【摄影体位】被检者侧卧如腰椎侧位，以体表扪及的第3、5腰椎连线与台面的角度作为中心线投射角的依据。使第5腰椎棘突位于台面中线外5 cm处。探测板上缘包括第4腰椎，下缘包括上部骶骨（图4-71a）。

【中心线】经第5腰椎棘突向前4 cm处，与第3、5腰椎棘突连线相垂直射入探测板。

【体位显示标准】第4、5腰椎及上部骶椎侧位片，腰骶关节间隙及骨质清晰（图4-71b）。



图4-71 腰骶连接侧位

(十三) 骶尾骨前后位

【摄影目的】骶、尾椎和腰骶关节的病变。

【摄影体位】被检者仰卧于摄影床上，身体正中矢状面垂直床面并对准照射野中线。两臂置于身旁或胸前，双下肢伸直并拢。骶椎摄影时，探测板上缘平髂嵴、下缘包括耻骨联合。尾椎摄影时，探测板中心对耻骨联合下3 cm处（图4-72a）。

【中心线】骶椎摄影时向头端倾斜15°~20°角经耻骨联合上方3 cm处射入探测板；尾椎摄影时向足端倾斜15°角经耻骨联合上方3 cm处射入探测板；骶、尾椎同时摄影时，中心线对准两侧髂前上棘连线中点至耻骨联合上缘连线中点垂直射入探测板。

【体位显示标准】①显示骶、尾椎正位影像，骶中嵴和尾椎位于图像正中，骨质结构清晰且左右对称；②耻骨联合部不与骶、尾椎重叠，无肠内容物与骶椎重叠，椎骨小梁可见；③骶椎孔及骶髂关节左右对称，骶椎正位应包括全部骶、尾椎及腰骶关节、骶髂关节（图4-72b）。

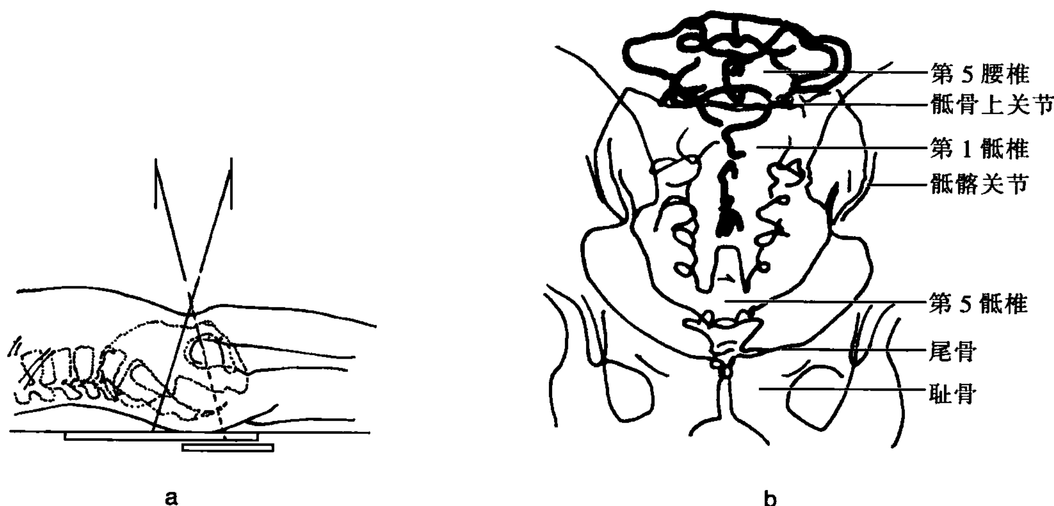


图4-72　腰骶连接侧位

（十四）骶尾骨侧位

【摄影目的】骶、尾椎和腰骶关节的病变。

【摄影体位】被检者侧卧于摄影床上，两臂屈曲放于胸前或上举抱头，双侧髋关节、膝关节屈曲以支撑身体，身体冠状面与床面垂直。骶部后缘置于照射野中线外约4 cm处，探测板上缘平第5腰椎、下缘包括尾椎下缘，后缘超出骶部后缘3 cm。单摄尾椎时，尾椎应置于探测板中心。

【中心线】中心线经髂后上棘平面垂直射入探测板。

【体位显示标准】①显示骶、尾椎侧位影像，骶、尾椎位于图像正中，边界明确；②腰骶关节及骶尾关节间隙清晰可见；③骶椎两侧无名线应重叠为单一的致密线（图4-73）。

【附】如主要观察尾椎时，摄影所用毫安秒要比腰椎侧位低，否则尾椎显示不清楚。

（十五）尾骨前后位

【摄影目的】尾椎病变。

【摄影体位】被检者侧卧于摄影床上，两臂屈曲放于胸前或上举抱头，双侧髋关节、膝关节屈曲以支撑身体，身体冠状面与床面垂直。骶部后缘置于照射野中线外约4 cm处，探测板上缘平第5腰椎、下缘包括尾椎下缘，后缘超出骶部后缘3 cm。单摄尾椎时，中心对耻骨联合下3 cm。

【中心线】向足侧倾斜15°角，经耻骨联合上3 cm处射入探测板。

【体位显示标准】为尾骨正位影像。尾骨正位展开，骨质与形态皆清晰地显示于耻骨联合上方，骶骨下部自相重叠，骶孔可被遮蔽（图4-74）。

学习笔记

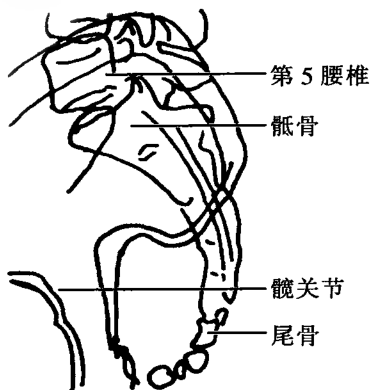


图4-73 骶尾骨侧位

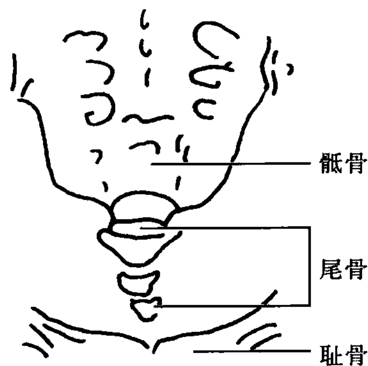


图4-74 尾骨前后位

三、脊柱其他摄影体位

(一) 寰枕关节后前位

【摄影目的】寰枕关节的病变。

【摄影体位】被检者俯卧于摄影床上，两肘弯曲放于颈部两侧支撑身体。身体正中矢状面对中线，两侧与床面等距离；前额和鼻尖部紧贴床面，听眦线与探测板垂直，眶下缘连线中点对准中心。

【中心线】中心线对准枕外隆凸下方2~3 cm处，经寰枕关节垂直射入。

【体位显示标准】显示寰枕关节正位影像，寰枕关节对称。显示在两侧上颌窦影像内。

(二) 寰枕关节侧位

【摄影目的】寰枕关节的病变。

【摄影体位】被检者站立或坐于摄影架前，头稍后仰使听眶线与地平面平行。两肩尽量下垂，一侧颈部紧贴，头颅矢状面与平行，使寰枕关节呈侧位显示。外耳孔下方2 cm处对准中心。

【中心线】中心线经外耳孔下方2 cm处水平方向射入。

【体位显示标准】寰枕关节和上部颈椎呈侧位显示于图像正中，关节间隙和骨质结构清晰显示。

(三) 枢椎齿突前后位

【摄影目的】枢椎齿突的病变。

【摄影体位】被检者仰卧于摄影床上，上肢置于身旁。头颅正中矢状面垂直于床面并与中线重合；双侧乳突尖连线中点对准中心。头尽量后仰使下颌骨下缘和乳突尖的连线垂直，两侧颞部用头夹或沙袋固定。

【中心线】中心线对准颏尖下方垂直射入。

【体位显示标准】枢椎齿突显示在枕骨大孔内。

【附】对疑有齿突骨折或上部颈椎有严重破坏性病变时，不宜用此体位摄影。

(四) 胸、腰椎横突前后位

【摄影目的】腰椎横突的病变。

【摄影体位】被检者仰卧于摄影床上，被检一侧抬高，使冠状面与床面呈一定角度：摄取第1~6胸椎横突为35°、第7~12胸椎横突为42°、腰椎横突为20°。

【中心线】中心线的投射分别与胸、腰椎前后位摄影相同。

学习笔记

【体位显示标准】被检横突呈正位显示，故结构清晰。

【附】由于性别、发育、身高、部位等因素的不同，胸、腰椎横突向后外方生长的角度也不尽相同。在常规胸、腰椎前后位摄影的照片中，所显示的横突实际上是斜位影像，横突变短而有失真，对横突骨折及其他疾病的诊断有一定影响。欲清楚显示胸、腰椎横突的全貌，可摄取此位置。

四、脊柱摄影体位选择

脊柱摄影的位置选择参见表4–9。

表4–9　脊柱摄影体位选择

病变	首选位置	其他位置
神经根型颈椎病	颈椎斜位（左、右）	颈椎侧位、颈椎前后位
脊髓型颈椎病	颈椎斜位（左、右）	颈椎前后位、颈椎侧位
椎动脉型颈椎病	颈椎斜位（左、右）	颈椎前后位、颈椎侧位
颈椎骨折（第1、2颈椎）	第1、2颈椎张口位	颈椎侧位
落枕	颈椎前后位、颈椎侧位	第1、2颈椎张口位
颈椎脱位、椎间关节绞索锁症	颈椎侧位功能位	颈椎前后位
颈椎结核	颈椎侧位	颈椎前后位
颈部软组织病变	颈椎侧位	颈部软组织侧位
胸腔开口综合征	颈椎前后位	
颈肋	颈椎前后位（包括T_2）	
截瘫	相应脊柱段前后位、侧位	
上段胸椎病变	胸椎上段前后位	胸椎上段侧位、斜位
胸椎结核、肿瘤、炎症	胸椎前后位、侧位	
胸椎骨折	胸椎前后位、侧位	胸椎横突前后位、胸椎仰卧水平侧位
脊柱侧弯	胸椎前后位、腰椎前后位	
椎体骨软骨病	胸椎前后位、侧位	腰椎前后位、侧位
腰椎骨折	腰椎前后位、侧位	腰椎横突前后位、腰椎仰卧水平侧位
腰椎退行性病变	腰椎前后位、侧位	腰椎斜位
腰椎椎间盘脱出	腰椎前后位、侧位	
强直性脊柱炎	腰椎前后位、骶髂关节前后位	腰椎侧位、胸椎前后位
腰椎滑脱	腰椎前后位、侧位	腰椎斜位、腰椎侧位功能位
腰椎椎弓下部裂	腰椎斜位	腰椎关节突关节位
脊柱裂	腰椎前后位、骶椎前后位	
腰椎骶化、骶椎腰化	腰椎前后位（包括骶髂关节）	
致密性骨炎	骶髂关节前后位	骶髂关节前后位斜位
布氏杆菌病	腰椎前后位	腰椎斜位、骶髂关节前后位
骶尾骨骨折	骶、尾侧位	骶、尾前后位

第六节　骨盆摄影

一、摄影注意事项

（1）摄影前应清除肠腔内容物，排空膀胱内尿液。

（2）骨盆为弓形骨骼围成的结构，中心线射入点的不用对各部投影有较大的影响，摄影时应充分利用体表定位标志明确中心线的射入点和出射点。

学习笔记

(3) 骨盆摄影，呼吸方式为平静呼吸时曝光，其目的是通过呼吸运动使盆腔内脏器产生运动模糊，从而衬托出骨盆的影像，也可采用深呼气后屏气曝光。

(4) 成人盆腔组织密度高、厚度大，摄影时应采用滤线器摄影技术，选择适当厚度的滤过板。肥胖者摄影时，可在下腹部使用压迫带，减少体厚以提高影像质量。

(5) 摄影时，合理使用照射野，注意对被检者的X射线的防护。

二、骨盆常用摄影体位

(一) 骨盆前后位

【摄影目的】盆腔区的病变如：盆骨骨折、盆腔脏器的结石、肿瘤、炎症、钙化、异物等。

【摄影体位】被检者仰卧于摄影床上，身体正中矢状面垂直于床面并与探测板中线重合；两下肢伸直，足尖向上稍内旋，使两侧拇趾内侧相互接触。探测板上缘超出髂嵴 2 cm，下缘包括坐骨（耻骨联合下缘以下 3 cm 处）（图 4–75a）。

【中心线】中心线对准两侧髂前上棘连线中点至耻骨联合上缘连线的中点垂直射入探测板。

【体位显示标准】①显示骨盆正位影像，图像包括骨盆诸骨和股骨近端，且左右对称；②两侧髂骨翼与其他诸骨密度均匀、骨结构清晰可见；③耻骨不与骶椎重叠；④无粪便和其他干扰阴影（图 4–75b）。

【附】骨盆畸形者需用棉垫垫于髋部，使骨盆两侧与摄影床面等距离。



图4–75 骨盆前后位

(二) 耻骨、坐骨前后轴位

【摄影目的】耻骨、耻骨联合和坐骨的病变。

【摄影体位】被检者坐于摄影床上，身体正中矢状面和耻骨联合对探测板中线；身体后倾，两臂支撑身体，躯干长轴与床面呈 40°~50°角，使骨盆上口与床面平行。膝关节稍弯曲，其下方用沙袋垫高。耻骨联合对探测板中心（图 4–76a）。

【中心线】中心线对准两侧大粗隆连线中点，通过耻骨联合垂直射入探测板。

【体位显示标准】耻骨、耻骨联合和坐骨均呈前后轴位影像，骨质清晰，两侧对称（图 4–76b）。

学习笔记

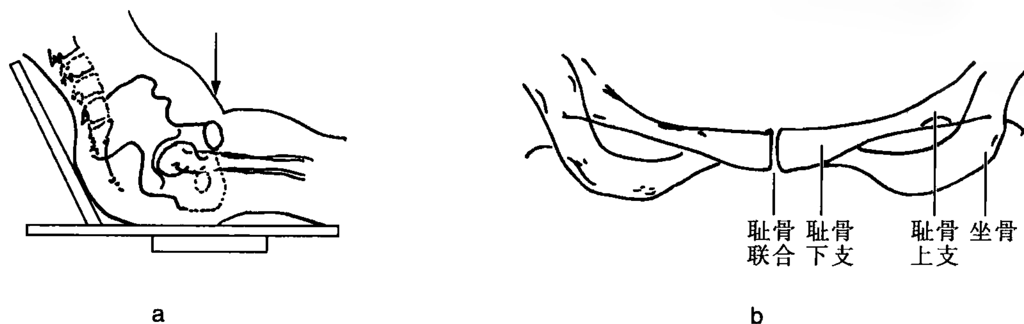


图4-76　耻骨、坐骨前后位轴位

（三）髂骨翼部斜位

【摄影目的】髂骨的病变。

【摄影体位】被检者仰卧摄影台上，健侧抬高，下肢伸直。被检一侧下肢屈曲，身体冠状面与台面约呈45°角，被检一侧髂骨翼约与台面平行，背部倚枕，对侧垫以沙袋及棉垫支撑身体。正中矢状面与髂骨外缘的中线重于台面中线。探测板上缘包括髂嵴上4 cm，下缘包括股骨颈（图4-77a）。

【中心线】垂直投射，经髂前上棘与正中连线的中点射入探测板（图4-77b）。

【体位显示标准】为一侧髂骨正面影像。髂骨与冠状面形成的角，经身体倾斜后与胶片平行，影像展开。坐骨棘显示清晰，股骨头、颈部约为侧位。髂骨骨质清晰（图4-77c）。

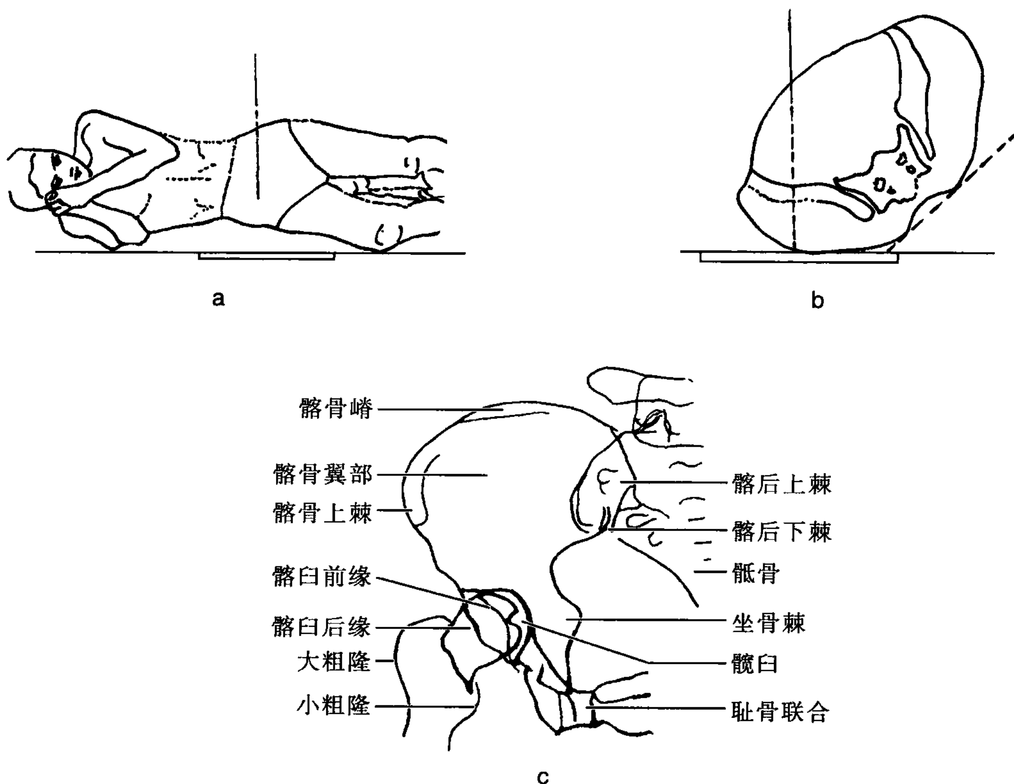


图4-77　髂骨翼部斜位

学习笔记

（四）骶髂关节斜位

【摄影目的】骶髂关节的病变。

【摄影体位】被检者仰卧于摄影床上，被检一侧身体抬高，使冠状面与床面呈 15°~20°角。上缘超出髂嵴，下缘包括耻骨联合。

【中心线】中心线向头端倾斜 15°角，经被检一侧髂前上棘内侧 2.5 cm 处射入。

【体位显示标准】被检一侧骶髂关节呈切线状显示于图像正中，关节间隙与周围骨结构显示清楚，对比度良好。骶髂关节前后斜位应分别摄取双侧，以资对比（图 4-78）。

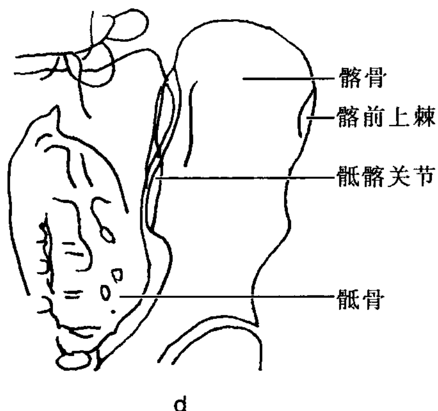


图4-78 骶髂关节斜位图

（五）骶髂关节前后位

【摄影目的】骶髂关节的病变。

【摄影体位】被检者仰卧摄影台上，身体正中矢状面垂直台面且重于探测板中线。下肢伸直，两臂屈肘，手置胸前。探测板下缘达骶骨末节（图 4-79a）。

【中心线】向头侧倾斜 15°角（男性）或 20°角（女性），经两髂前上棘连线中点射入探测板。

【体位显示标准】为骶髂关节正位影像，骶骨呈正位投影，与髂骨的耳状面重叠，可以显示重叠部分的边缘。骶骨上部、腰骶关节均显示清晰。骶骨下部与尾骨和耻骨联合重叠（图 4-79b）。



图4-79 骶髂关节前后位

（六）耻骨后前位

【摄影目的】耻骨的病变如骨折、肿瘤、炎症等。

【摄影体位】被检者俯卧于摄影床上，两下肢伸直，身体正中矢状面垂直于床面并与探测板中线重合，耻骨联合对准中心。

【中心线】中心线经两侧股骨大粗隆连线中点垂直射入。

【体位显示标准】耻骨联合位于图像正中，耻骨、坐骨骨质清晰，两侧对称。

（七）坐骨前后位

【摄影目的】坐骨的病变如骨折、肿瘤、炎症。

【摄影体位】被检者仰卧于摄影床上，下肢伸直，身体正中矢状面垂直于床面并与中线重合；上缘包括髂前上棘、下缘包括坐骨结节（图 4-80a）。

【中心线】中心线向头端倾斜 20°~45°角，经耻骨联合下方 5 cm 射入。

【体位显示标准】①坐骨显示良好，坐骨结节、坐骨体包括上支和下支对称显示、骨质结构清晰；②闭孔呈竖向椭圆形，坐骨棘投影于闭孔内；③耻骨联合与下部骶、尾椎重叠（图 4–80b）。

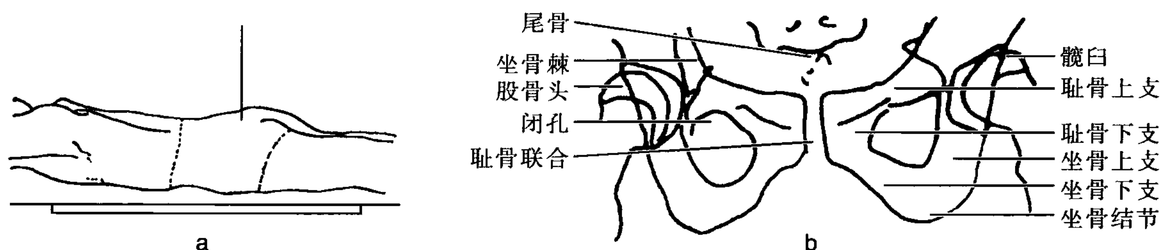


图4–80　耻骨后前位

三、骨盆其他摄影体位

（一）骨盆侧位

【摄影目的】盆腔区的病变和臀部异物。

【摄影体位】被检者侧卧于摄影床上，两下肢伸直，以免股部与耻骨联合重叠；腰、膝部用棉垫、沙袋垫平，使脊柱长轴与床面平行，身体冠状面与床面垂直，骨盆呈标准侧位（为保持身体姿势，臀部可用压迫带固定、踝部放置长条形沙袋固定）。上缘包括髂嵴、下缘超出耻骨联合，股骨大粗隆上方的软组织凹对准探测板中心。

【中心线】中心线经股骨大粗隆上方的软组织凹垂直射入。

【体位显示标准】髂骨、坐骨、耻骨和尾椎侧位影像显示在图像中，两侧髋部和股骨上端均互相重叠。

（二）耻骨前后轴位

【摄影目的】耻骨、耻骨联合和坐骨的病变。

【摄影体位】被检者坐于摄影床上，身体正中矢状面和耻骨联合对探测板中线；身体后倾，两臂支撑身体，躯干长轴与床面呈 40°~50°角，使骨盆上口与床面平行。膝关节稍弯曲，其下方用沙袋垫高。耻骨联合对准探测板中心。

【中心线】中心线对准两侧大粗隆连线中点，通过耻骨联合垂直射入。

【体位显示标准】耻骨、耻骨联合和坐骨均呈前后轴位影像，骨质清晰，两侧对称。

（三）耻骨联合站立后前位

【摄影目的】耻骨、耻骨联合和坐骨的病变，如外伤了解耻骨联合有无分离错位。

【摄影体位】被检者面向摄影架站立，身体正中矢状面垂直与摄影架并与探测板中线重合；耻骨联合对准中心。曝光前让被检者一侧下肢抬起，使身体重心移于另一下肢（即单腿负重，也称“金鸡独立”）。

【中心线】中心线水平投射，平股骨大粗隆高度，经耻骨联合射入。

【体位显示标准】①耻骨联合显示于图像正中；②两侧耻骨、坐骨和闭孔均对称显示，骨质结构清晰；③耻骨联合如有分离错位，两侧耻骨支不在同一水平线上。

四、骨盆摄影体位选择

骨盆摄影的位置选择参见表 4–10。

学习笔记

表4-10 骨盆摄影体位选择

病变	首选体位	其他体位
躯干下部外伤	骨盆前后位	
下腹部、臀部异物	骨盆前后位	骨盆侧位
骨包虫囊病	骨盆前后位	腰椎前后位、侧位
畸形性骨炎、骨软骨瘤	骨盆前后位	
髂骨肿瘤	髂骨前后位	骨盆前后位
耻骨外伤	耻骨后前位	耻骨联合站立后前位、耻骨前后轴位
坐骨外伤	坐骨前后位	
产后耻骨联合分离	耻骨联合站立后前位	
氟骨症	骨盆前后位	腰椎前后

第七节 头颅摄影

一、摄影注意事项

(1) 摄影前应认真阅读申请单，明确摄影目的，选择合适的摄影体位和摄影条件。

(2) 摄影前应除去被检者头部的发夹、饰物和活动义齿等物品，向被检者讲明摄影过程，争取被检者的配合。

(3) 头颅解剖结构复杂，摆放摄影体位时应充分利用头颅的体表定位标志，正确使用摄影工具，确保摄影体位摆放的准确性。

(4) 在某些特殊情况下无法使摄影体位摆放符合常规要求时，应通过改变位置和X线的投射方向，使摄影效果符合诊断要求。

(5) 摄影时要明确X线的投射方向（与摄影床或台面、探测板的关系）和中心线的入射点与出射点。

(6) 头颅摄影的呼吸方式，为平静呼吸下屏气曝光，曝光前应做好呼吸训练。

(7) 头颅摄影一般采用滤线器摄影技术，焦-板距取90~100 cm。摄取某些局部组织如乳突、视神经管的影像时，因照射野比较小，产生的散射线量比较少，可以不用滤线栅来消除散射线，这时焦-板距取45~50 cm。

(8) 摄影时要让被检者体位舒适，以免曝光时可能产生位置移动，必要时采用头颅固定装置，危重病人摄影时应在临床医生的监护下进行。

(9) 某些结构对称的部位，需摄取双侧影像进行对比，两侧的摄影条件和焦-板距、物-板距必须一致。

(10) 摄影时必须对被检者进行有效的X线防护。

二、头颅常用摄影体位

(一) 头颅后前位

【摄影目的】头颅先天性疾病，颅骨和颅内疾病如炎症、肿瘤及肿瘤样病变、钙化性颅内占位、颅内钙化。

【摄影体位】被检者俯卧于摄影床上， 两臂放于头部两旁，头部正中矢状面垂直床面，并与探测板中线重合。下颌稍内收，额部、鼻尖紧贴床面， 听眦线垂直于床面。探测板上缘超出颅顶3 cm、下缘包括下颌骨（图4-81a）。

【中心线】中心线通过枕外隆凸，经眉间垂直射入探测板。

学习笔记

【体位显示标准】①显示头颅正位影像，颅骨全部包括在图像中；②矢状缝和鼻中隔影像居中，两眼眶影像大小相等；③顶骨和两侧颞骨的影像对称，距图像边缘的距离相等；④颞骨岩部的影像位于眼眶之中，岩锥内呈横位管状的影像为内听道；⑤颅骨骨板和骨质结构显示清晰（图 4-81b）。

【附】在头颅外伤或其他原因造成被检者意识不清时，可采用头颅前后位摄影；被检者仰卧，中心线自眉间经枕外隆凸垂直射入探测板，其他摄影要点同头颅后前位，图像显示与头颅后前位基本相同，仅眼眶影像放大明显。

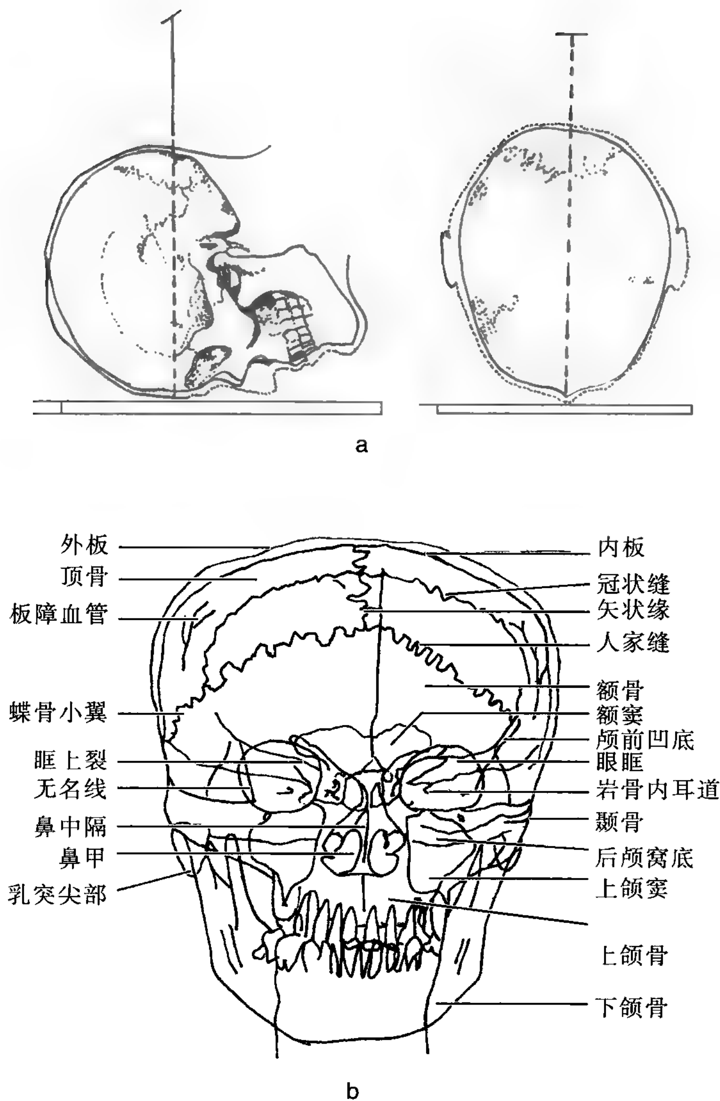


图4-81 头颅后前位

（二）头颅侧位

【摄影目的】头颅先天性疾病，颅骨和颅内疾病如炎症、肿瘤及肿瘤样病变、钙化性颅内占位、颅内钙化。

【摄影体位】被检者俯卧于摄影床上，身体长轴与床面中线平行；头部侧转，被检一侧靠近床面，矢状面与床面平行、瞳间线与床面垂直；被检一侧上肢内旋置于身旁，下肢伸直，对侧上肢屈肘握拳垫于颏下、下肢屈曲以支撑身体；下颌内收，额鼻线（前额与鼻尖间的连线）与探测板中线平行。探测板上缘超出头颅顶 3 cm、下缘包括下颌骨（图 4-82a）。

学习笔记

【中心线】中心线对准外耳孔前、上方各 2.5 cm 处垂直射入探测板。

【体位显示标准】①显示头颅侧位整体观影像，颅骨全部包括在图像中；②图像的上缘包括顶骨，前缘包括额骨、鼻骨，后缘包括枕外隆凸；③蝶鞍影像居中，鞍底呈单边显示；④颅骨内、外板和板障、颅缝影显示清晰（图 4-82b）。

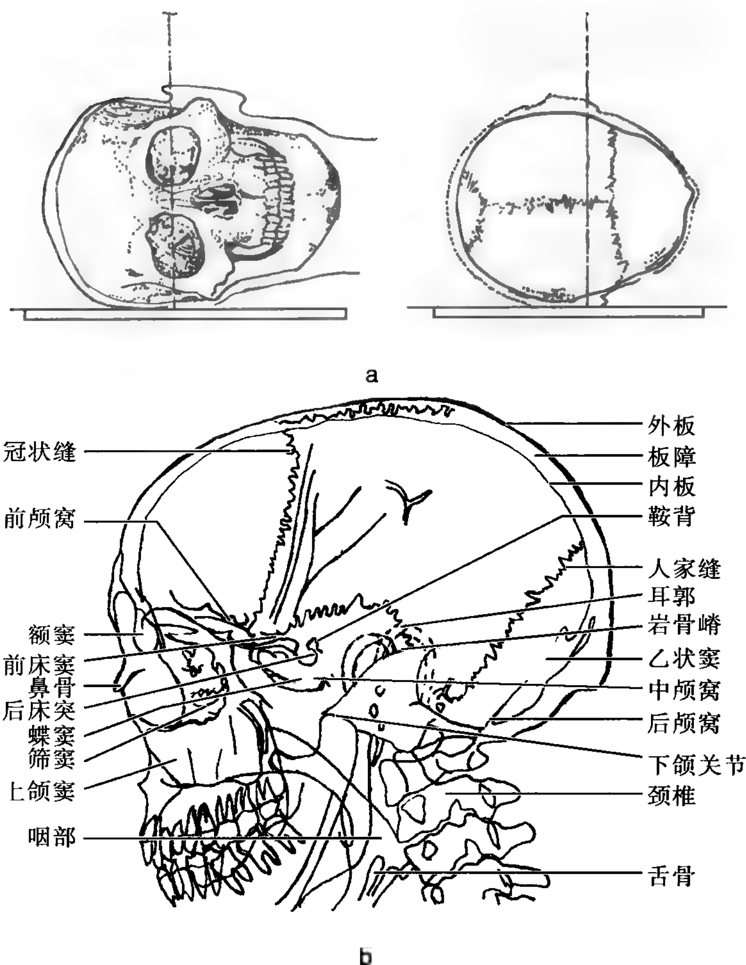


图4-82 头颅侧位

(三) 颅底下上轴位

【摄影目的】颅底骨的病变如：先天性疾病、炎症、肿瘤及肿瘤样病变、外伤，颅内、眼、耳、鼻、鼻旁窦、鼻咽部等部位疾病所致颅底病变。

【摄影体位】被检者仰卧摄影台上，用棉垫或特制木架将腰背部垫高约 15 cm。髋及膝屈曲，足踏摄影台上以支撑身体。头后仰，使顶部触及台面，听眦线平行台面，正中矢状面垂直并重合台面及探测板中线。及探测板置滤线器托盘中，探测板上缘超出颌部 5 cm，下缘包括枕部隆凸（图 4-83a）。

【中心线】与听眶线垂直，经两下颌角连线中点射入探测板。

【体位显示标准】为颅底轴位影像。外形呈圆形，鼻及上齿槽稍突出，颧骨弓突出于颞窝外。下颌轴位为弓形，颏部与额部重叠，体部、牙列和上颌窦重叠，牙皆为轴位，下颌支部投影短小，与下颌角重合。矢状缝与鼻中隔、筛骨垂直板相续，位于影像中线。左右两侧对称，筛窦与鼻腔、蝶窦与腮部重叠。翼板显于磨牙的内后方。颞骨岩部呈“八”字形，投影于枕骨大孔的前外方，为轴位影像，其中部可见听器与内外耳道相通，内耳道开口于岩骨中

部向后，岩骨前缘可见颈内动脉管的骨性管道。岩骨尖部可见形状不规则的破裂孔，再向前外可见卵圆孔与棘孔的轴位投影。蝶窦充气的影像有时可见于岩骨尖前、鼻腔之后的中线上，岩尖锥的致密阴影为蝶骨斜坡。环椎显影于枕大孔周围，枢椎齿投影于枕大孔中（图4–83b）。

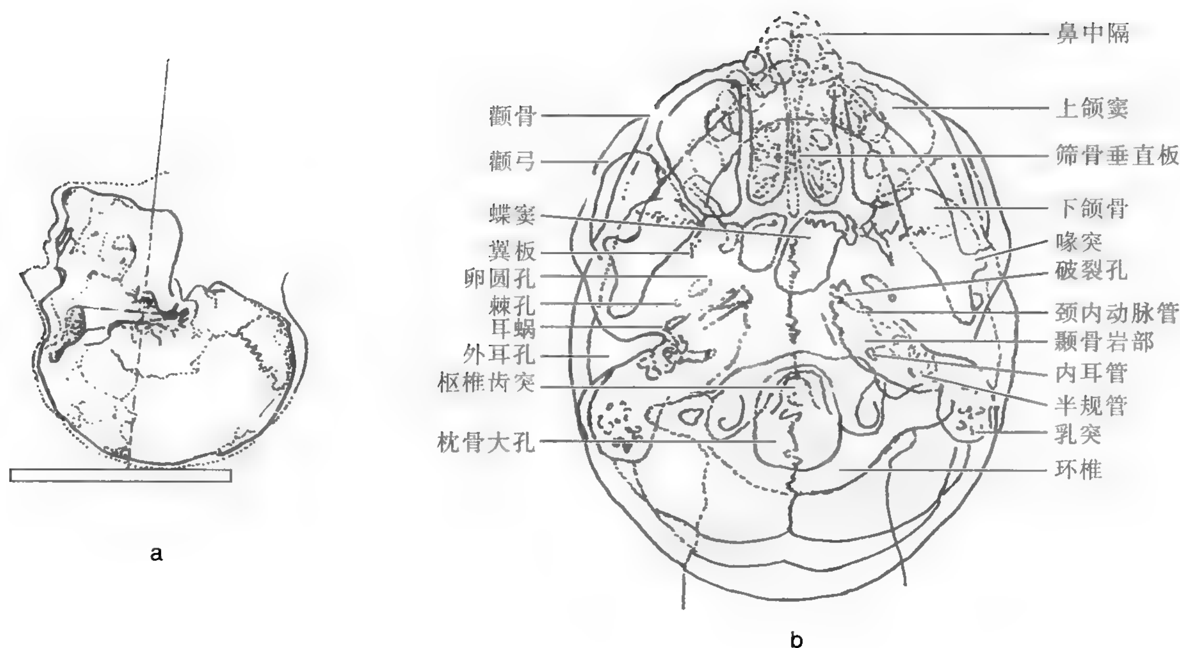


图4–83　颅底下上轴位显示图

（四）茎突后前位（张口）

【摄影目的】茎突病变。

【摄影体位】被检者仰卧摄影台上，头枕于顶端抬高13°角的探测板上，使听鼻线与探测板垂直，正中矢状面向对侧偏转5°角，让被检者张大口，使外耳孔对准探测板上1/3处。同样方法摄取对侧茎突。可用近距离、小照射野（图4–84）。

【中心线】垂直投射，经被检一侧乳突尖内2 cm处达探测板照射野中心。双侧焦–片距相等。

【体位显示标准】为茎突正位双侧对比像。茎突根与尖部完整的显示于下颌升支与颈椎之间的空隙中，其外上方可见乳突尖部蜂房组织影像。

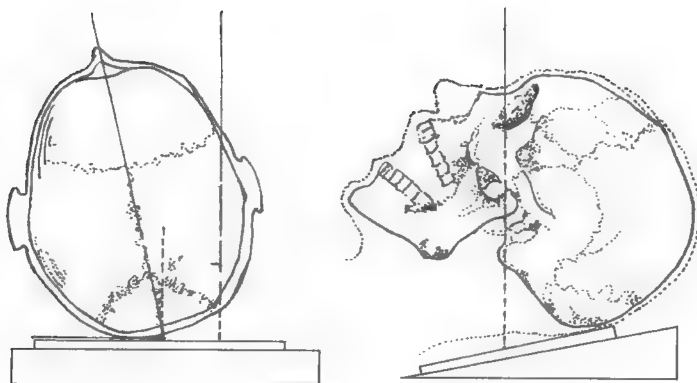


图4–84　茎突后前位（张口）

学习笔记

（五）茎突侧位

【摄影目的】茎突病变。

【摄影体位】被检者俯卧摄影台上，身体姿势如头颅侧位，被检一侧贴近探测板，下颌前伸，成反咬合位，以使颈椎与下颌支间角度增大。同法摄对侧以资对照。可用近距离、小照射野，注意焦–片距双侧相等（图 4–85a）。

【中心线】向头端倾斜 10°角，经远台面侧下颌角后缘，被检一侧外耳孔下内 1 cm 处射入探测板照射野中心。

【体位显示标准】为茎突侧位影像。茎突显示于外耳孔下方、颈椎与下颌支之间。根部圆钝、尖部细长、骨质致密（图 4–85b）。

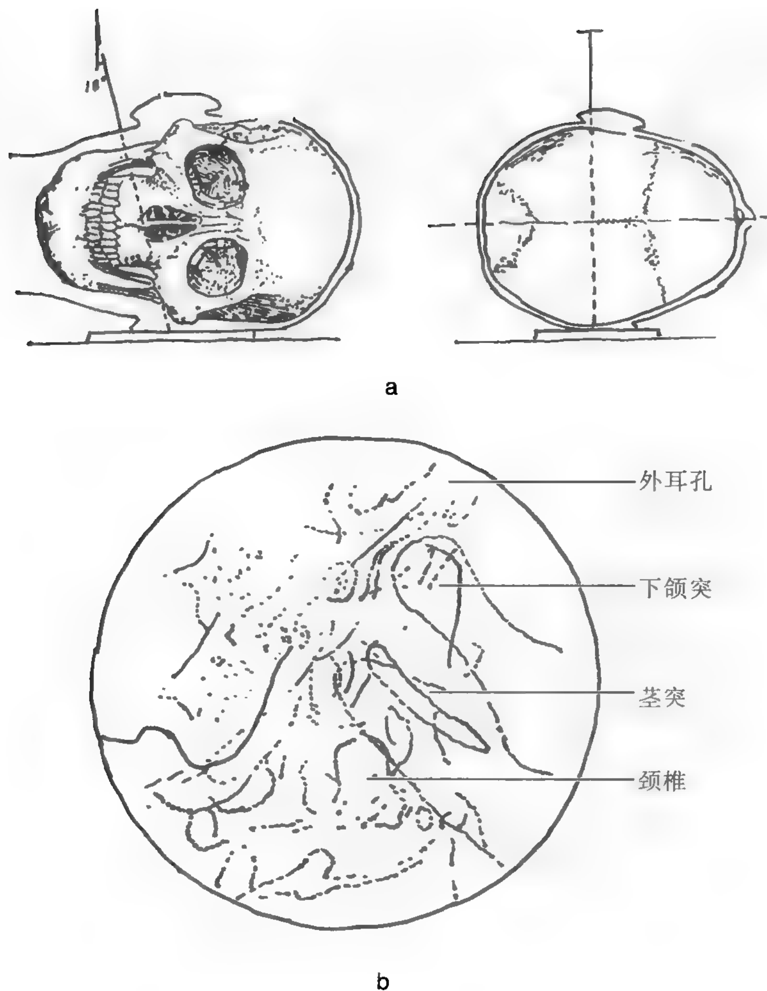


图4–85 茎突侧位

（六）面骨后前位

【摄影目的】面骨肿瘤与囊肿、外伤、先天发育畸形。

【摄影体位】被检者俯卧于摄影台上，双上肢上举置于头部两旁。头颅正中矢状面垂直于摄影床并与探测板中线重合。头稍仰起，使听眦线与探测板呈 45°角，鼻尖部置于探测板中心下 1/3 处（图 4–86a）。

【中心线】中心线通过鼻根垂直射入探测板。

【体位显示标准】显示眼眶、鼻部、颧骨、颧弓等上部面骨的正位影像，骨质结构清晰（图 4–86b）。

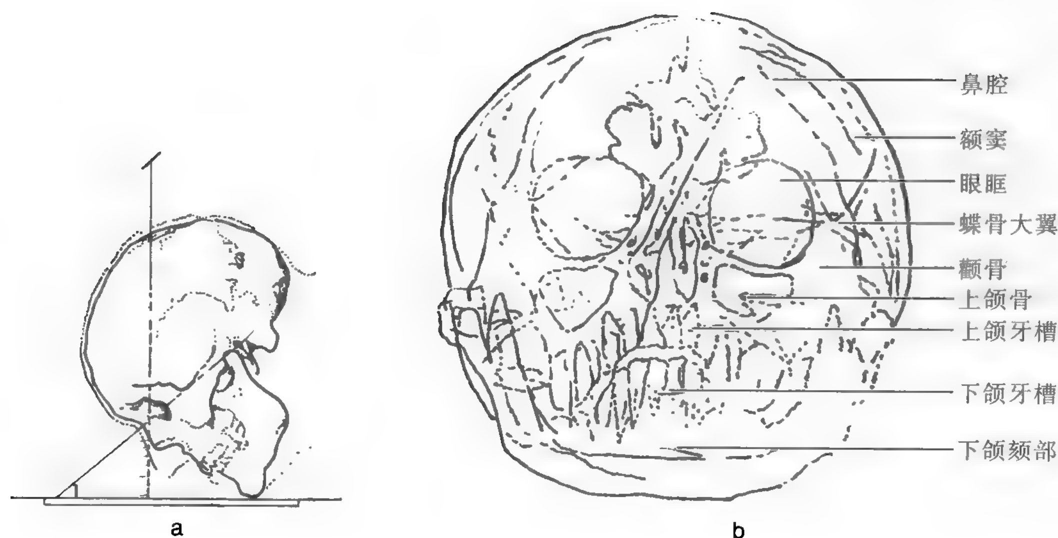


图4-86　面骨后前位45°角位

（七）颧骨弓轴位

【摄影目的】颧弓部外伤，了解是否存在骨折及骨折移位情况。各种颧弓手术前准备，累及颧弓部的肿瘤性、炎性病变。

【摄影体位】被检者俯卧于摄影台上（或坐于摄影床一端），下颌颏部置于探测板上，头部尽量后仰，面部向对侧倾斜10°角（图4-87a）。

【中心线】中心线向足侧（坐位时为枕侧）倾斜一定角度，经听眶线中点像内1 cm处且与听眶线垂直射入探测板。

【体位显示标准】颧骨弓呈半弧形显示于颧骨外侧，无重叠（图4-87b,c）。

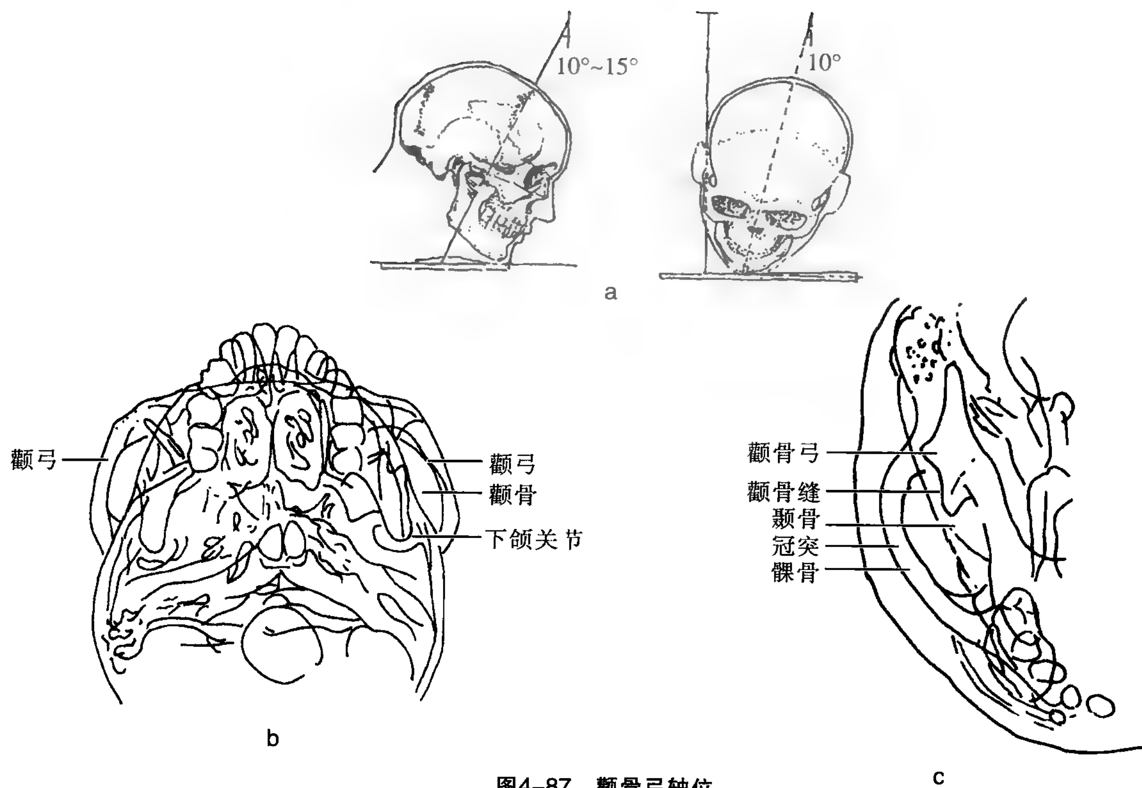


图4-87　颧骨弓轴位

学习笔记

（八）鼻骨侧位

【摄影目的】副鼻窦的病变。

【摄影体位】被检者俯卧于摄影床上，身体长轴与床面中线平行；头部侧转，被检一侧靠近床面，矢状面与床面平行、瞳间线与床面垂直；被检一侧上肢内旋置于身旁，下肢伸直，对侧上肢屈肘握拳垫于颏下、下肢屈曲以支撑身体；下颌内收，额鼻线（前额与鼻尖间的连线）与探测板中线平行。探测板上缘超出头颅顶 3 cm、下缘包括下颌骨（图 4-88a）。

【中心线】中心线对准外眦垂直射入探测板中心。

【体位显示标准】①显示鼻窦侧位影像；②图像上缘包括额窦、下缘包括上颌牙槽骨；③蝶窦位于图像中部后方，鞍底无双边征（图 4-88b）。

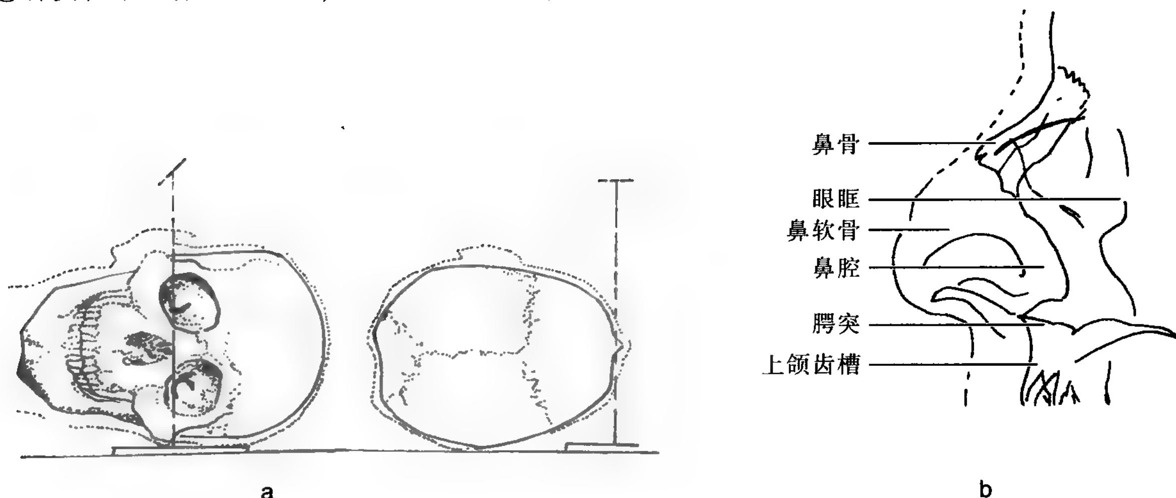


图4-88 鼻骨侧位

（九）鼻骨轴位

【摄影目的】鼻骨的各种外伤，了解骨折的移位情况。

【摄影体位】被检者坐于摄影床一端，下颌颏部置于探测板上，探测板靠被检者侧稍垫高，头颅矢状面与探测板垂直，牙齿咬合面与探测板平行。颈部前缘置于探测板中心（图 4-89a）。

【中心线】中心线自被检者顶部向足侧投射，经前额眉间于上颌切牙连线垂直射入探测板。

【体位显示标准】①鼻骨影位于鼻中隔影像的两侧，呈条形状；②鼻部软组织影像隐约可见（图 4-89b）。

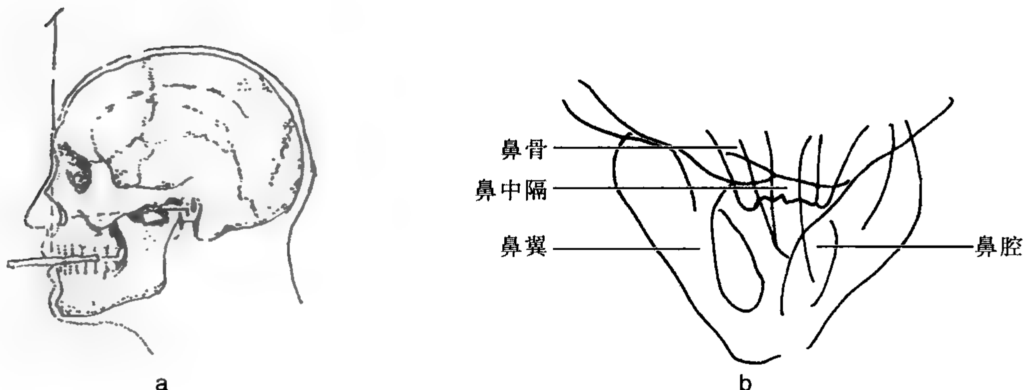


图4-89 鼻骨轴位

学习笔记

（十）柯氏位（Caldwell's）

【摄影目的】额窦、前组筛窦的病变如：鼻旁窦的炎症、息肉、囊肿和良恶性肿瘤、外伤、先天性发育异常、异物。

【摄影体位】被检者俯卧于摄影床上，头部正中矢状面垂直床面并与探测板中线重合；额部和鼻尖部置于摄影床床面上，下颌内收，使听眦线垂直于摄影床床面，鼻根对准探测板中心（图 4-90a）。

【中心线】中心线向足侧倾斜 23°，经鼻根部射入探测板。

【体位显示标准】①额窦投影于眼眶的上方；②眼眶投影于图像的中部，两侧对称，其内可见眶上裂；③前组筛窦显示于两眼眶影之间（图 4-90b）。

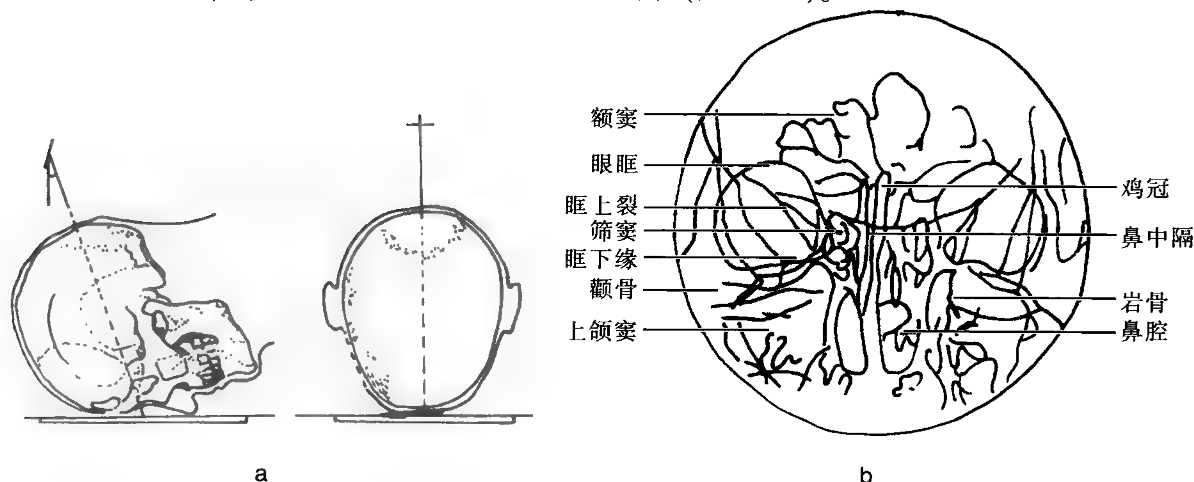


图4-90　副鼻窦柯氏位

（十一）瓦氏位（Water's）

【摄影目的】上颌窦、后组筛窦和额窦的病变如：鼻旁窦的炎症、息肉、囊肿和良恶性肿瘤、外伤、先天性发育异常、异物。

【摄影体位】被检者俯卧于摄影床上，两手放于摄影床两边，头部正中矢状面垂直于床面并与探测板中线重合，下颌骨颏部紧贴探测板下缘，头稍后仰，使听眦线与探测板面呈37°角.鼻尖离探测板 0.5~1.5 cm，鼻根部置于探测板中心，探测板前缘包括前额，下缘包括颏部，或将鼻尖与上唇间的中点置于探测板中心（图 4-91a）。

【中心线】中心线经鼻根部垂直射入探测板。

【体位显示标准】①两侧上颌窦对称显示于眼眶之下，呈倒三角形；②颞骨岩部的投影位于上颌窦的下方；③后组筛窦和额窦显示良好（图 4-91b）。

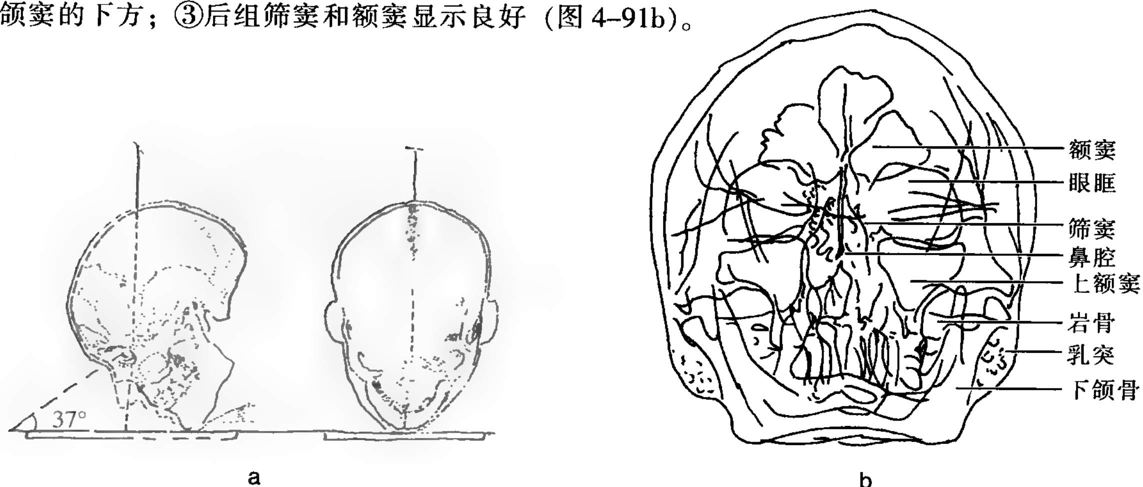


图4-91　副鼻窦瓦氏位

学习笔记

（十二）副鼻窦侧位

【摄影目的】副鼻窦的病变。

【摄影体位】被检者俯卧于摄影床上，身体长轴与床面中线平行；头部侧转，被检一侧靠近床面，矢状面与床面平行、瞳间线与床面垂直；被检一侧上肢内旋置于下肢伸直，对侧上肢屈肘握拳垫于颏下、下肢屈曲以支撑身体；下颌内收，额鼻线（前额与鼻尖间的连线）与探测板中线平行。探测板上缘超出头颅顶 3 cm、下缘包括下颌骨（图 4–92a）。

【中心线】中心线对准外眦垂直射入探测板中心。

【体位显示标准】①显示鼻窦侧位影像；②图像上缘包括额窦、下缘包括上颌牙槽骨；③蝶窦位于图像中部后方，鞍底无双边征（图 4–92b）。

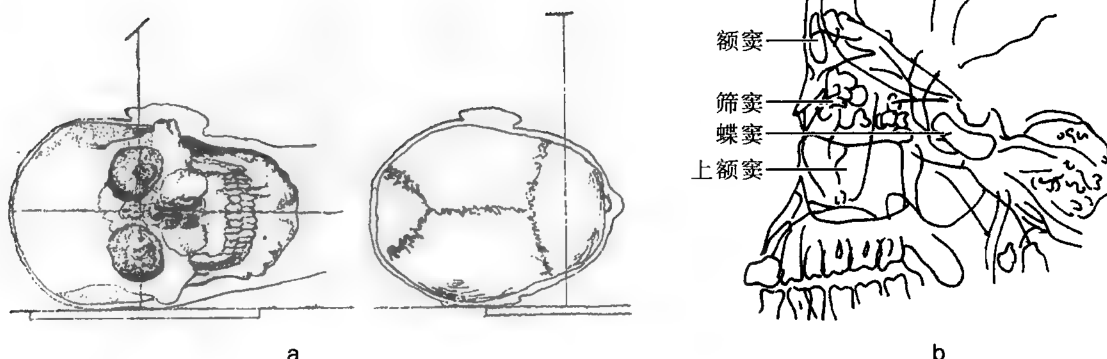


图4–92 副鼻窦侧位

（十三）下颌骨侧位

【摄影目的】下颌骨的病变如：外伤、炎性病变、肿瘤与囊肿、发育畸形。

【摄影体位】被检者俯卧于摄影床上，头颅和身体向对侧旋转，使被检一侧下颌骨置于足侧垫高 15°角的探测板上，或用 15°角的角度板，调整头颅使被检一侧下颌骨体部下缘与探测板下缘平行（图 4–93a）。

【中心线】中心线向头侧倾斜 15°~20°经对侧下颌角后下 1 cm 处，通过被检一侧第三磨压射入探测板中点。如探测板足侧未垫高，中心线倾斜的角度加大到 30°~35°。

【体位显示标准】①显示下颌骨侧位影像；②被检一侧下颌骨各部清晰显示于图像内（图 4–93b）。

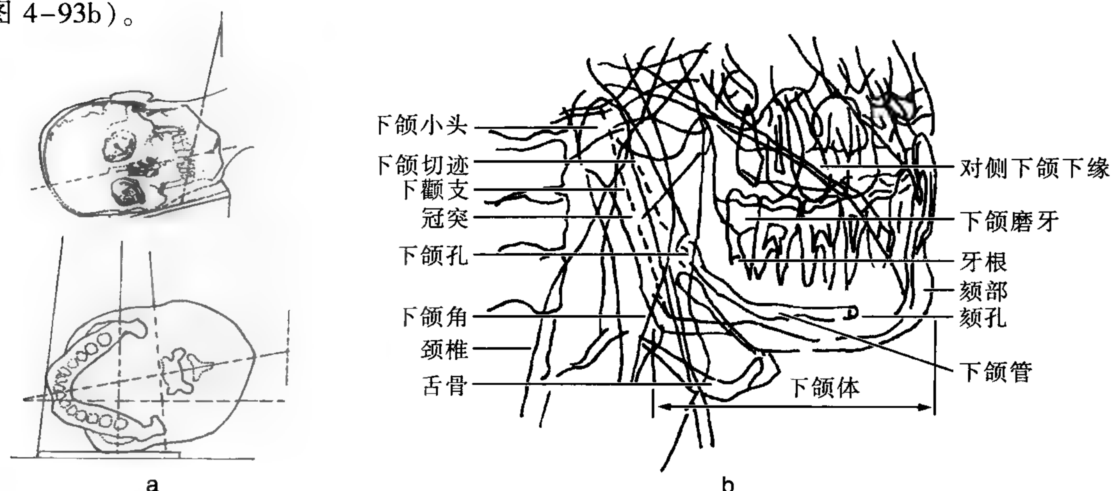


图4–93 下颌骨侧位

（十四）下颌骨后前位

【摄影目的】下颌升支的病变如：外伤、炎性病变、肿瘤。

【摄影体位】被检者俯卧于摄影床上，两臂弯曲伏于头部两侧，前额、鼻尖贴近探测板，头部矢状面垂直探测板并与探测板中线重合。口唇部对准探测板中心（图4-94a）。

【中心线】中心线通过口唇中心垂直射入探测板。

【体位显示标准】①显示下颌骨的正位影像；②下颌骨颏部位于图像中部，两侧体部、升支和下颌关节对称显示，骨质结构清晰（图4-94b）。

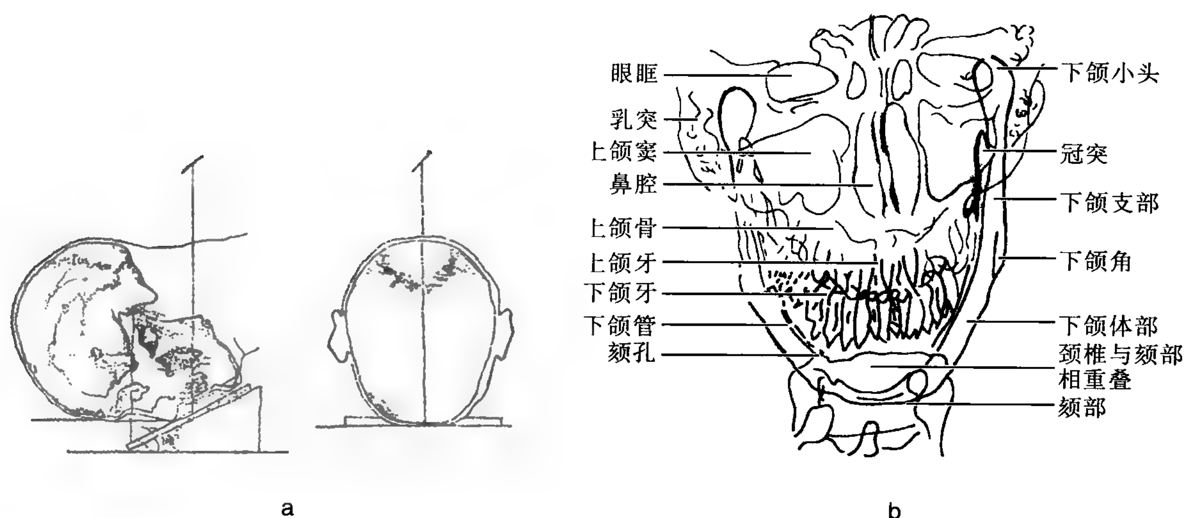


图4-94　下颌骨后前位

（十五）下颌骨冠突30°位

【摄影体位】被检者俯卧摄影台上，头后仰，颏部接近台面支持头颅，使听眦线与台面呈30°角（较瓦氏位仰头）。探测板中心对应上颌颧突，上缘包括眼眶，下缘包括下颌角，左右包括颧骨（图4-95a）。

【中心线】垂直台面，经两颧弓中点连线与正中矢状面相交点射入探测板。

【照片显示】为下颌骨半轴位像。冠突投影于颧骨下方，髁突内上方，只与颞骨鳞部重叠，影像非常清晰。髁突与关节腔前部可显示，下颌骨外下缘呈切线影像，颧骨、颧弓清晰（图4-95b）。

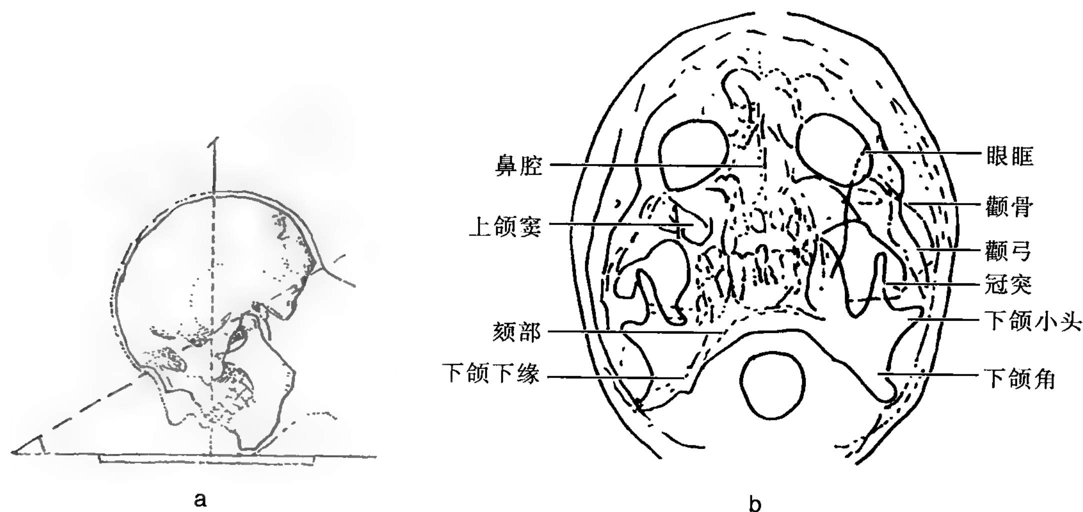


图4-95　下颌骨冠突30°角位

学习笔记

(十六) 颞下颌关节侧位

【摄影目的】颞下颌关节的外伤、功能紊乱、关节脱位、关节强直，肿瘤性病变累及颞颌关节。

【摄影体位】被检者俯卧于摄影床上，头侧转成侧位，被检一侧颞颌关节紧贴探测板，外耳孔置于探测板中心后方 1 cm 和上方 2.5 cm 处，头部矢状面与探测板平行，瞳间线与探测板垂直。对侧前胸稍抬高并用沙袋或枕头支撑。焦–板距为 75 cm，要求以同样位置摄取张口和闭口位图像各一张，以观察关节活动情况，并摄取两侧颞颌关节对比（图 4–96a）。

【中心线】中心线向足侧倾斜 25°角，对准对侧外耳孔上方 7~8 cm 处射入探测板。

【体位显示标准】①显示颞颌关节侧位影像；②关节间隙和结构显示清楚，能反映出关节的张、闭口功能（图 4–96b）。

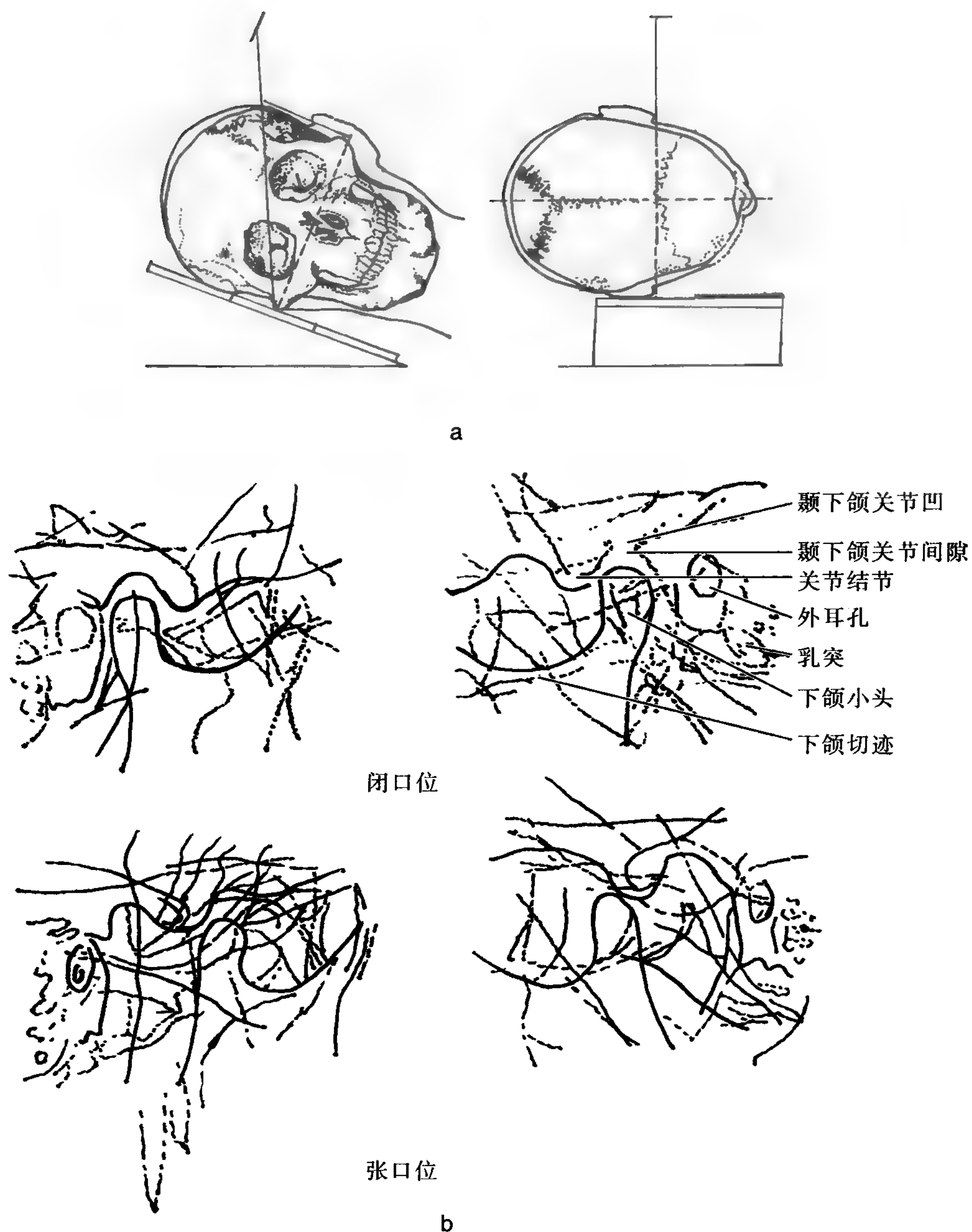


图4–96 颞下颌关节侧位

学习笔记

三、头颅其他摄影体位

（一）许氏（Schuler）位（乳突25°侧位）

【摄影目的】内耳、中耳乳突的病变如：炎症、肿瘤、胆脂瘤、听神经瘤。

【摄影体位】被检者俯卧于摄影床上，头部侧转、被检一侧耳廓前折、被检一侧乳突贴近，被检一侧外耳孔置于中心前上1/3处，使乳突尖置于中心。下颌内收，头颅正中矢状面与其平行，瞳间线与台面或探测板垂直。

【中心线】中心线向足侧倾斜25°通过对侧乳突尖上方7 cm处，经被检一侧乳突尖射入探测板中心。

【体位显示标准】①显示乳突的侧位影像；②乳突尖投影于图像下部，乳突气房显示清晰；③内、外耳道和鼓室影基本重叠，重叠影位于颞颌关节后方；④耳道影的稍上方为鼓室、上隐窝和鼓窦的投影；⑤岩部上缘乙状窦壁和窦硬膜角均清晰可见。

（二）伦氏（Runstrom）位（乳突35°侧位）

【摄影目的】内耳、中耳乳突的病变如：炎症、肿瘤、胆脂瘤、听神经瘤。

【摄影体位】被检者俯卧于摄影床上，头部侧转、被检一侧耳廓前折、被检一侧乳突贴近。被检一侧外耳孔置于中心前上1/3处，使乳突尖置于探测板中心。下颌内收，头颅正中矢状面与探测板平行。瞳间线与探测板垂直。

【中心线】中心线向足侧倾斜35°角，通过对侧乳突尖上方8 cm处，经被检一侧乳突尖射入探测板中心。

【体位显示标准】①显示乳突的侧位影像；②颞颌关节影像位于图像的前下方，其后上方可见鼓室上隐窝、鼓窦、鼓窦入口和乳突气房影；③乳突气房影的后下方为乙状窦影像。

（三）梅氏（Mayer）位（乳突双45°轴位）

【摄影目的】内耳、中耳乳突的病变如：炎症、肿瘤、胆脂瘤、听神经瘤。

【摄影体位】被检者仰卧于摄影床上，被检一侧耳廓前折，下颌内收，头枕于上，面部转向被检一侧旋转，对侧肩部垫高，使头颅矢状面与探测板呈45°角，听眦线与探测板前缘垂直，被检一侧外耳孔置于探测板中心前、上各2 cm处。

【中心线】中心线向足侧倾斜45°，自对侧眼眶上方10 cm处射入，经被检一侧乳突尖部射出到达探测板中心。

【体位显示标准】①显示颞骨岩部的轴位影像，颞颌关节影像显示清晰。②颞下颌关节影的后方可见外耳道和鼓室前上部的复合影，该处向后为鼓窦的投影。乳突气房影显示清楚。

（四）头颅汤氏位

【摄影目的】枕骨和颞骨岩部病变，听神经瘤引起的内听道扩大。

【摄影体位】被检者仰卧于摄影床上，两臂置于身旁，头颅正中矢状面垂直于床面，并与探测板中线重合；下颌内收，使听眦线与床面垂直；探测板上缘与头顶平齐、下缘包括下颌骨。

【中心线】中心线向足侧倾斜25°~30°角，对准眉间上方约10 cm处，经枕骨外隆凸下方射入；或向足侧倾斜30°~40°角，经两侧外耳孔连线与正中矢状面的交点处射入。若重点观察枕骨及枕骨大孔，中心线需倾斜45°角。

【体位显示标准】①显示头颅半轴位影像；②枕骨和枕骨大孔影像显示清楚；③颞骨岩部位于枕骨大孔影两侧，其内可见内听道影；④枕骨大孔影上方为枕骨和顶骨后部的投影。

学习笔记

（五）颅骨切线位

【摄影目的】颅骨凹陷性或凸起性病变的鉴别诊断、颅颈交界骨源性疾病，如炎症、肿瘤及肿瘤样病变的进一步检查、颅内病变所致颅骨凹陷性或凸起性病变。

【摄影体位】被检者通常取卧位，转动被检者头部，使病变区域（凹陷或凸起部位）颅骨的边缘与其呈垂直关系。

【中心线】中心线与病变处颅骨边缘相切，垂直射入中心。

【体位显示标准】①局部颅骨呈切线投影；②骨质和软组织显示清楚。

（六）颅底颌顶位

【摄影目的】颅底骨的病变如：先天性疾病、炎症、肿瘤及肿瘤样病变、外伤，颅内、眼、耳、鼻、鼻旁窦、鼻咽部等部位疾病所致颅底病变。

【摄影体位】被检者仰卧于摄影床上，腰背部垫高15~20 cm，髋关节和膝关节弯曲，足踏床面支撑身体；头部后仰，头顶部触及床面，听眦线尽可能与床面平行，头颅正中矢状面与床面垂直并与中线重合。前额用棉垫和沙袋固定。探测板上缘超出额部5 cm、探测板下缘包括枕部隆凸。

【中心线】中心线向头侧倾斜17°角，与听眦线垂直，经两下颌角连线中点射入。

【体位显示标准】①显示颅底轴位影像；②颞骨岩部呈“八”字形对称显示于颅中窝处，位于枕骨大孔外前方，其内显示内听道；③颞骨岩锥尖部前外侧依次可见破裂孔、卵圆孔和棘孔；④枢椎齿突影位于枕骨大孔内；⑤双侧颧弓影能同时显示。

【附】急诊严重颅底骨折有生命危险的患者，不宜做此种检查。

（七）茎突前后位

【摄影目的】茎突过长以及过度弯曲增粗、茎突舌骨韧带钙化、外伤。

【摄影体位】被检者仰卧于摄影床上，头部枕于头端垫高13°的上，使头部呈顶高颏低姿势约有130°；听鼻线与检查床（台面）探测板垂直。面向被检一侧偏转5°角（此时矢状面与床面呈85°角）。被检者口尽量张大，被检一侧外耳孔对准照射野上1/3处。

【中心线】中心线经被检一侧乳突尖内2 cm处垂直射入探测板中心。

【体位显示标准】茎突影像显示于下颌骨升支与颈椎之间影像。

（八）视神经管位（瑞氏位）

【摄影目的】先天性发育异常、肿瘤源性、眶内压或颅内压增高引起视神经孔扩大，骨增生性疾病如畸形性骨炎、骨纤维异常增殖症石骨症和蝶骨嵴脑膜瘤。

【摄影体位】被检者俯卧于摄影床上，被检一侧上肢伸直置于身旁，对侧上肢屈曲置于头旁以支撑身体。面部转向对侧，将被检一侧眼眶外下1/4置于中心，颧骨、鼻尖、下颌颏部（下三点）紧靠探测板，使头部矢状面与探测板呈53°角，听鼻线与探测板垂直。

【中心线】中心线对准被检一侧眼眶外下1/4处，垂直达探测板中心。

【体位显示标准】①眼眶呈斜位像投影于图像中部；②眼眶影的外下1/4象限内呈圆形密度减低影为视神经管的轴位像。

四、头颅摄影体位选择

头颅摄影体位的选择参见表4–11。

学习笔记

表4-11　头颅摄影体位的选择

病变	首选体位	其他体位
颅骨骨折	头颅前后位、仰卧水平侧位	
颅骨凹陷性骨折	头颅前后位、切线位	
颅骨感染	头颅后前位、头颅侧位	头颅前后位
颅骨肿瘤	头颅后前位、头颅侧位	切线位
多发性骨髓瘤	头颅后前位、头颅侧位	
颅骨陷窝	头颅侧位	
茎突过长	茎突前后位、茎突侧位	
颅内肿瘤	头颅后前位、头颅侧位	汤氏位、颅底位
颅内钙化	头颅后前位、头颅侧位	
脑积水	头颅后前位、头颅侧位	头颅前后位
视网膜母细胞瘤	柯氏位	头颅后前位
黄色素瘤	头颅后前位、头颅侧位	
肢端肥大症	头颅侧位	
侏儒症	头颅侧位	
鞍区肿瘤、垂体瘤	头颅侧位	
库欣综合征	头颅侧位	
耳源性脑脓肿	许氏位、	劳氏位
中耳乳突病变	许氏位、梅氏位	伦氏位
内听道病变	斯氏位	颅底位、汤氏位
额窦病变	柯氏位	副鼻窦侧位
上颌窦病变	瓦氏位	副鼻窦侧位、头颅水平侧位
蝶窦病变	副鼻窦侧位	
筛窦病变	瓦氏位、柯氏位	副鼻窦侧位
面颅骨病变	面骨后前位、头颅侧位	面骨前后位、头颅后前位
下颌骨病变	下颌骨侧位、下颌骨后前位	下颌骨颏部上下轴位

学习笔记

第五章 造影检查

普通 X 线检查是根据人体各组织器官的密度不同，对 X 线吸收的程度各异而形成不同的影像进行诊断的。人体中某些组织器官与邻近的组织器官或病变由于结构相似，缺乏天然对比，在平片上形成的密度相同或相似，而达不到诊断目的，需引入对比剂进行 X 线检查。人工将能影响 X 线吸收的物质导入体内，改变组织器官的天然对比，以显示其形态和功能的检查方法，称为造影检查。所采用的提高对比度的物质称为对比剂。在影像诊断中，对比剂的作用是增加身体内不同组织之间对电磁辐射能量的吸收差别，即增加组织之间的对比。不同的对比剂通过不同的机制影响对电磁辐射的吸收，对比剂引入人体后使局部密度发生改变，从而能显示组织器官和病变的形态及功能。

第一节 概 述

一、对比剂

（一）对比剂应具备的条件和引入方法

1. 一种理想的对比剂应具备以下条件 ①与人体组织对比度大，显影清晰；②无毒性、刺激性和副作用；③理化性能稳定，能久贮不变；④易吸收和排泄；⑤使用方便，价格低廉；⑥口服无臭无味，易被患者接受。

2. 引入方法 按引入途径不同，可分为直接引入法和生理排泄法两大类（见表 5–1）。

（1）直接引入法：是通过人体自然孔道、病理瘘管或体表穿刺等途径，直接将对比剂引入造影部位的检查方法。

（2）生理排泄法：是将对比剂经口服或静脉引入体内，利用某些器官的排泄功能将对比剂有选择地排泄到需要检查的部位而达到造影检查的目的。目前主要用于胆系和泌尿系检查。

表5–1 对比剂引入方法和临床应用

引入方法	途径	临床应用
直接引入	自然孔道	钡餐、钡灌肠、支气管造影、逆行肾盂造影、子宫输卵管造影
	病理瘘道	各种瘘管和窦道造影
	体表穿刺	PTC、脑血管、椎管造影等
生理排泄	口服	口服胆囊造影
	静脉	静脉肾盂造影、静脉胆系造影

（二）对比剂的分类

常规造影和 CT 增强用对比剂以其对 X 线的吸收程度不同可分为阳性对比剂和阴性对比剂两种。另外，还有磁共振成像对比剂等（见表 5–2）。

学习笔记

1. 阴性对比剂（negative contrast media）　是一种密度低、吸收X线少、原子序数低、比重小的物质。X线摄影图像上显示为密度低或黑色的影像。常用的有空气、氧气、二氧化碳等，其中以空气应用最方便、最常见、费用最低，但在人体内空气的吸收比二氧化碳慢。

2. 阳性对比剂（positive contrast media）　是一种密度高、吸收X线多、原子序数高、比重大的物质。X线摄影图像上显示为密度高或白色的影像。常用的对比剂有硫酸钡和碘化合物。

表5-2　常用对比剂的分类

分类		常用对比剂				
阴性	气体	空气、氧气、二氧化碳				
阳性	钡剂	医用硫酸钡				
	碘剂	无机碘	碘化钠			
		有机碘	水溶性	经肾排泄	离子型	复方泛影葡胺、康瑞噢、碘卡明
					非离子型	欧乃派克、优维显、伊索显
				经肝排泄	口服	碘番酸、吡罗勃定
					静脉	胆影葡胺、胆影钠
			脂溶性	油脂类	碘化油、碘苯酯	
磁共振成像对比剂			马根维显			

注：CT增强用对比剂，主要应用经肾排泄的对比剂

（三）对比剂的药理作用

对比剂的药理作用是指对比剂在体内的药物动力学过程，包括对比剂的吸收、分布、代谢和排泄。钡剂、气体的药理作用参见临床对比剂。有机碘对比剂以排泄途径不同分为经肾排泄和经肝排泄两种类型。

1. 体内过程

（1）经肾排泄对比剂：药物口服吸收不佳，皮下或肌肉注射吸收良好。静脉注射后主要经肾脏排泄，几乎很快全部由肾小球滤过而排出。注射量少时，血浆浓度很低，肾小管也可分泌少量。除肾脏排泄外，少量碘对比剂可经其他器官排泄，即所谓的异位排泄。其中主要由肝胆排泄，但也有微量对比剂经小肠、胃、涎腺、泪腺和汗腺排泄的报道。异位排泄一般临床上难以察觉，然而在肾功能不佳和所用剂量较大时，肝脏排出量可以增多。静脉注射后，药物主要游离在血浆中，仅有小部分吸附在血浆蛋白和红细胞上，血浆中药物很快与脑脊液以外的细胞外液达到平衡。以泛影葡胺为例，在体内分布的多少依次为肾、肝、脾、小肠、心脏、大肠和肌肉。由于血-脑屏障之故，脑、脊髓和脑脊液中，在静脉注射后几乎不含对比剂。

（2）经肝排泄对比剂

1）口服胆系对比剂：该类对比剂胃内不易溶解，在小肠内溶解和吸收，依靠脂溶性通过肠黏膜细胞屏障被吸收，肠内碱性环境有利于该类对比剂的吸收。对比剂（以碘番酸为例）经小肠吸收，大部分经肝门静脉进入血液循环，小部分经淋巴管、胸导管进入血液循环。进入血液循环的对比剂，大部分与血浆白蛋白结合成为水溶性的大分子物质分布于血液中，不易透过肾小球，故经肾脏排泄较少。碘番酸与胆红素能竞争性地与白蛋白结合，但碘番酸与白蛋白的结合能力较强。血液中的碘番酸与白蛋白结合后，随血流带至肝内，然后两者分离。游离的碘番酸在肝细胞内被转化为碘番酸葡萄糖醛酸，然后排入微胆管的胆汁内。碘番酸葡

学习笔记

萄糖醛酸排入胆汁后，减少了肝细胞内未与葡萄糖结合的碘番酸，使肝细胞膜的两侧形成了一种密度差，促使游离的碘番酸进入肝细胞，如此肝细胞不断将对比剂排入胆汁中。

2）静脉注射胆系对比剂：胆影葡胺进入血液循环后，大部分与血浆白蛋白结合运行，分布在血浆内，不透过血脑屏障，随血流运至肝脏的肝细胞间隙（Diss 间隙），在肝细胞表面与结合的蛋白分离成游离的胆影葡胺，肝细胞膜对大分子物质以胞吞作用将对比剂弥散到肝细胞内，同时肝细胞内的Y蛋白和Z蛋白对这些具有抗阴离子的物质具有强烈的亲和力，而发生特异性结合，这是肝细胞的主要转运方式，是一个需ATP供能的复杂过程。进入肝细胞内的胆影葡胺在细胞内多种小体的参与下，透过微胆管膜进入微胆管，随胆汁运行进入小肠，不再被小肠黏膜吸收而随粪便排出。

2. 结构和类型　经血管注入的水溶性碘化合物包括离子型和非离子型两种。化学结构上它们都是三碘苯环的衍生物。离子型和非离子型的水溶性碘对比剂都可分为单体和双聚体两类，双聚体对比剂每个分子含有两个三碘苯环，而单体对比剂的每个分子仅含一个三碘苯环。因此，双聚体对比剂的含碘量比单体对比剂高。不论单体还是双聚体对比剂，都是水溶性很高的物质。

（1）离子型对比剂（ionic contrast media）：离子型对比剂进入人体内，解离为正、负离子，并以原形排出体外。离子型对比剂不论单体或双聚体，在水溶液中都可解离为带电荷的正离子和负离子。由于每一个双聚体分子的含碘量相当于两个单体分子对比剂的含碘量。因此，离子型双聚体对比剂的渗透压低于离子型单体对比剂，副反应也比离子型单体对比剂为低。临床上称渗透压较低的离子型双聚体对比剂为低渗离子型对比剂，以碘克酸（ioxaglate）为代表；而称渗透压较高的离子型单体对比剂为高渗离子型对比剂，以泛影葡胺（cardiografin）为代表。

（2）非离子型对比剂（non-ionic contrast media）：此类对比剂不是盐类，进入人体内不解离，不产生离子，不带电荷，一个分子对比剂在溶液中只有一个粒子，故称为非离子型对比剂。非离子型单体对比剂以碘苯六醇（iohexol）即欧乃派克（omnipaque）、碘普罗胺（ultravist solution）即优维显（ultravist）碘异肽醇（iopamidol）为代表。非离子型双聚体对比剂以碘曲仑（lotrolan）即伊索显（lsovist）为代表。

由于低渗离子型对比剂的副反应高于非离子型对比剂，而其价格却与非离子型对比剂相同。因此，临床工作中多选用非离子型对比剂。非离子型对比剂不论是单体，还是双聚体，在水溶液中都保持稳定，不解离出离子，也不带电荷。他们都是低渗的对比剂，其中非离子型双聚体比单体的渗透压更低，几乎接近血液的渗透压状态。非离子型双聚体对比剂碘曲仑实际上与血液是等渗的，即使碘浓度高达300 mg/ml时亦然。由于它的这一特性，用于CT脊髓造影和脑池造影时也十分安全。

3. 水溶性碘对比剂反应的机制　临床上使用碘对比剂的问题是产生副反应，为了减少或防止碘对比剂的副反应，首先必须了解副反应的类型。一般可分为以下两类：

（1）特异质反应：这是病人个体对碘的过敏反应，属于难以预测和避免的，小剂量碘对比剂就可引起这种反应。特异性反应的临床表现有荨麻疹、血管性水肿（如脸红、结膜充血、喉头水肿引起的喉痒、呼吸不畅或困难），严重者可发生抽搐、休克、呼吸心跳骤停等。其发生机制主要包括四个方面：

1）细胞释放介质：注射碘对比剂后，损伤血管内皮系统，体内产生组织胺并释放，引起一系列临床症状。

2）抗原-抗体反应：发生这种碘过敏反应的病人，血清中对比剂抗体活性高，且与作为抗原的对比剂发生反应并产生症状。

3）激活补体：补体系统的激活，使人体处于敏感的反应状态，在对比剂注入后，很容易产生临床症状。

4）精神性反应：如焦虑、紧张等自主神经功能紊乱。

（2）物理和化学反应：这是碘对比剂的某些物理或化学状态所引起的反应，与剂量有关，属可检测或防止的反应。与特异质反应相比，物理和化学反应在临床工作中更常见。临床表现有恶心、呕吐、苍白、潮红、心跳加快、胸闷、头痛、头晕、出汗等与神经、血管功能调节紊乱有关的症状，且有时也与特异质反应一起出现。引起物理和化学反应的因素较多，但与下述两点关系密切：

1）对比剂的渗透压：渗透压与化合物在溶液中的离子或粒子的浓度有关，离子或粒子的浓度越低，则溶液的渗透压越低；反之，则高。碘对比剂的渗透压越高，则副反应越多；渗透压降低，副反应亦减少。高渗透压是导致对比剂副反应的重要因素之一，它主要引起以下几种损害：

内皮和血脑屏障的破坏：高渗透性使液体从内皮细胞中排出，引起内皮细胞呈高渗性皱缩，导致内皮的屏障结构破坏，通透性增加，丧失了对器官的保护作用。如脑血管造影时，碘对比剂渗透压升高，使血管内皮细胞之间的紧密连结变得松散，导致对比剂离子或粒子通过血脑屏障进入血管外的神经组织中，对神经细胞造成直接损害。

红细胞的损害：高渗性使液体从红细胞内排出，导致红细胞皱缩、变形、集聚和细胞黏度增加，从而使红细胞可塑性减小，透过毛细血管困难。其结果可导致重要器官微循环的功能紊乱。如肺动脉造影时引起血液阻滞，从而造成肺动脉压力增高；脑动脉和冠状动脉造影时引起微循环障碍等。

肾脏毒性：对比剂对肾脏的毒性有高渗性和化学毒性等多种因素引起。高渗性所致的毒性主要是损害肾小球毛细血管，引起活性物质的释放；同时因红细胞畸形可引起微循环障碍。另外，高渗性对比剂经肾排出时在肾小管内不能进行重吸收，引起渗透性利尿。

心脏毒性：冠状动脉造影时，高渗对比剂的高张力对窦房结有直接抑制作用，引起心搏缓慢。心脏造影时，高渗性使房室传导作用减慢，严重时可引起心律不齐和心室纤颤。

疼痛和血管扩张：在大剂量外周血管造影中，对比剂的高渗透力直接作用于血管壁，刺激内皮细胞和血液释放出多种血管活性物质（如组胺、血清素等）引起疼痛。在动脉造影时使血管扩张、心肌收缩减弱、血压降低，病人不易耐受而造成过敏反应；又因其所带电荷可造成神经毒性，引起惊厥或抽搐。

2）对比剂的电荷：离子型对比剂在血液内解离为正、负离子，这些带电荷的离子，增加了人体内体液的传导性，扰乱了人体的电离环境和电解质平衡，尤其影响了神经组织的传导，导致病人出现一系列交感和副交感神经功能失调的症状和体征。

综上所述，在对比剂反应中，物理和化学反应不但多见，而且主要与碘对比剂本身的某些物理和化学状态（如渗透压、电荷等）有关。因此，通过改变对比剂的物理和化学状态，就可以改变物理和化学反应的发生率。非离子型对比剂具有与离子型对比剂相等的碘成分，但渗透压明显低于离子型，且无带电荷现象，不干扰体内的电离环境和电解质平衡，具有较少的毒性。故非离子型反应的症状不但比离子型对比剂少见，而且程度也较轻。由此可见，推广应用非离子型对比剂，是减少或防止碘对比剂副反应的重要环节。尤其对高危人群（如肝肾功能损害、各种心脏病病人、糖尿病病人、婴幼儿和高龄病人、多发性骨髓瘤病人、甲状腺机能亢进病人、虚弱和恶病质病人、过敏体质或有过敏史者）作高危造影检查（如循环系统X线造影、经椎管内或脑室内的CT脊髓造影、CT脑池造影、DSA）应使用非离子型对比剂。

4. 碘对比剂反应和处理 对比剂的反应临床大致分为四大类：

学习笔记

（1）一般反应：表现为头痛、恶心、呕吐、荨麻疹等。一般无须处理，为一过性的，平卧休息即可恢复。

（2）轻度反应：出现喷嚏、流泪、结膜充血、面部红肿。须卧床休息、吸氧，观察血压、呼吸、脉搏。必要时肌肉或静脉注射地塞米松 10 mg，或肌肉注射非那根 25 mg。

（3）中毒反应：表现为面色苍白、呕吐、出汗、气促、胸闷、眩晕、喉干痒等。需立即静脉注射地塞米松 20 mg 或静脉点滴氢化可的松 50~100 mg，同时吸氧，将病人放于通风、保暖环境平卧。密切观察血压、呼吸、脉搏，并对症处理。亦可注射肾上腺素 1 mg、异丙嗪 25 mg。

（4）重度反应：表现为呼吸困难、意识不清、休克、心律不齐、心搏骤停。应立即测量血压、脉搏、呼吸，检查瞳孔对光反应，并组织相关科室配合抢救（如气管切开、人工呼吸、心脏按摩和急救药物的应用等）。

5. 碘对比剂反应的预防

（1）对比剂的选择应尽量用反应较少的非离子型对比剂。

（2）造影前准备：应了解患者的用药史和过敏史，了解肝、肾功能情况；造影前作碘过敏试验；对焦虑、紧张的病人作适当的解释，消除心理压力。

（3）认真筛选高危人群，注意其对对比剂的反应。

（4）预防性给药：如肾上腺皮质激素、抗组织胺药、镇静剂等，可有效地减少副反应的发生。

（5）完备的抢救措施：备有过敏反应和毒副反应的抢救药品、器械及氧气等。

（6）造影中、造影后均要密切观察病人，一旦发生反应，立即停止注药，终止检查。

二、对比剂的临床应用

（一）对比剂的比较与选择

1. 有机碘与无机碘对比剂的比较 有机碘对比剂虽然含碘量少于无机碘，但对局部组织的刺激性小，可通过增加浓度来克服含碘量较少的缺点。而无机碘对比剂含碘量大，对局部组织的刺激性也大于有机碘对比剂。有机碘对比剂除可用于腔道造影外，还可口服或做动、静脉注射，用于多种器官的对比检查。无机碘对比剂一般只用于直接引入腔道造影，不能口服和血管内注射，应用范围狭窄。故有机碘对比剂优于无机碘对比剂。

2. 钠盐与葡胺盐对比剂的比较 肾排泄对比剂中的钠盐，因其钠离子影响组织的渗透压，对局部的刺激性较大。而肾排泄对比剂中的葡胺盐系有机胺盐，在水中溶解度大。稳定性较好，电离成分亦小，因而对组织刺激性小。葡胺盐较钠盐分子量大，纯品中含碘量相对较低，但这一缺点可以通过提高葡胺盐制剂浓度来加以克服。

3. 非离子型与离子型对比剂的比较 非离子型对比剂在水溶液中不解离，呈离子状态，渗透压近于人体血浆，对脑组织和心肌刺激性小，毒性明显低于离子型对比剂，可用于多种组织器官的造影，是一类理想的对比剂。离子型对比剂由于渗透压大于人体血浆，本身的化学毒性、毒副作用大于非离子型对比剂，临床症状出现率随对比剂浓度和剂量的增加而增加，不能用于神经系统（如蛛网膜下腔）的造影。

4. 心血管和神经系统常用对比剂的选择 心脏、冠状动脉、大血管、脑血管、椎管造影的理想对比剂为非离子型对比剂，四肢血管、内脏管腔造影和非血管内注射可用离子型对比剂。离子型对比剂对神经系统的毒性较大，不能用于椎管造影。椎管造影目前以选用伊索显较为安全。

（二）造影检查的辅助用药

造影检查的辅助用药的目的是旨在提高造影检查的显影质量或缩短造影时间。主要有以

下几种：

1. 平滑肌松弛药　此类药物可降低胃肠道、胆管等器官的平滑肌的张力，解除痉挛，有利于上述器官黏膜面细微结构和微小病变的显示。常用药物有：①阿托品：每次 0.5~1.0 mg，皮下或静脉注射；②山莨菪碱（654-2）：每次 10~20 mg，肌肉注射。该类药物低张效果好，价格低廉，为目前临床广泛应用。副反应有口干、皮肤潮红等，患有青光眼、心率紊乱、冠心病和前列腺肥大者禁用，胃肠道梗阻的患者亦不能使用。

2. 加强胃肠动力药　其作用为加强胃肠道的张力，促进胃肠蠕动，缩短检查时间，多用于胃肠道钡餐检查。常用药物有：①新斯的明：1.0 mg，肌肉或皮下注射，副作用有头痛、恶心、呕吐、腹痛和低血压等，机械性肠梗阻、哮喘、心肌炎、虹膜炎和妊娠后期忌用此类药物；②灭吐灵（胃复胺、甲氧氯普胺）：每次 20~40 mg，口服 10 分钟显效，也可每次 20 mg，肌肉或静脉注射，副作用少，偶尔可见嗜睡和震颤，孕妇禁用。

3. 胆管系统造影辅助用药　为了增加对比剂的肝脏排泄量，提高胆管系统显影率，可选用：①去氢胆酸 0.5 ml，造影前静脉注射；②吗啡 10 mg，口服 2 小时摄影，该药可使 Oddi 括约肌收缩，增加胆管系统内的压力，便于对比剂进入胆囊。

4. 肠腔清洁药物　做静脉尿路造影、胆管系统造影和钡灌肠造影检查前，被检者常规应做肠腔清洁的准备工作。肠腔清洁的方法有药物法和清洁灌肠法两种。在此主要介绍药物法：①番泻叶：能刺激肠蠕动加快，服后 6 小时即可引起轻微腹泻，用量为 9 g，开水泡服或煎服，月经期和孕妇禁用；②蓖麻油：服后在小肠上部被酶水解脂肪分解，释放出有刺激性的蓖麻油酸，可引起肠蠕动加快，导致腹泻，用法每次 20~30 ml，睡前服，服后 4~6 小时排便，月经期和孕妇不宜使用。

5. 局部麻醉药物　腔道直接引入对比剂造影常辅以几部麻醉药。局部麻醉药浓度、用量和临床应用见表 5-3。

表5-3 常用局部麻醉药浓度、用量和临床应用

局部麻醉药	浸润麻醉	黏膜麻醉	每次最大用量	临床应用
普鲁卡因	0.25%~0.5%	5%	小于 1 g	浸润及黏膜麻醉
利多卡因	0.25%~0.5%	1%~2%	小于 0.2 g	黏膜及浸润麻醉，对黏膜的渗透性较普鲁卡因强
丁卡因	-	1%	小于 0.2 g	对黏膜的渗透强，适于黏膜麻醉，应慎用

6. 镇静安定药　为使造影检查安全顺利，有时术前需应用镇静安定药。常用有：①苯巴比妥（鲁米那）：有镇静、催眠和抗惊厥作用，每次 30~60 mg，口服，或每次 0.1 mg，肌肉注射，肝肾功能不良者禁用；②地西泮：每次 2.5~5.0 mg，口服，有青光眼、重症肌无力者和婴儿禁用。

（三）药物过敏试验

在造影检查过程中有时因碘对比剂或麻醉药出现过敏反应，轻者影响检查，重者危及被检者的生命。为了防止造影检查中意外事件的发生，造影检查前应常规做碘剂和麻醉药的过敏试验。

1. 碘过敏试验　主要有以下五种方法：

（1）静脉注射试验：用 30%碘制剂 1 ml 行缓慢静脉注射，观察 15 分钟，若出现恶心、呕吐、胸闷、咳嗽、喷嚏、气急、荨麻疹、甚至休克等，为阳性反应。有时做静脉注射试验，即可引起严重反应。因此，为避免严重反应发生，应先用 0.1 ml 碘制剂做皮内试验，若无反应，再将剩余 0.9 ml 注入静脉。此试验可靠，临床常用。

学习笔记

（2）口服试验：检查前口服10%碘化钠（钾）溶液每日3次，每次10 ml，连用3日。在3日内观察有无反应，若出现恶心、呕吐、流涎、流涕、眼肿、头痛、皮疹和呼吸困难等为阳性反应。

（3）眼结膜试验：试验前检查病人两眼是否充血，如无充血即将碘对比剂1~2滴滴入一侧眼内，让病人闭眼5~10分钟后，对照观察两眼，根据结膜、巩膜充血情况，判断其反应程度：轻度充血为1度反应；中度充血同时伴有流泪现象为2度反应；结膜和巩膜显著充血，血管扩张或曲张为3度反应。

（4）口含试验（舌下试验）：将2~3滴碘对比剂滴入舍下5~10分钟后，出现嘴唇麻木、感觉舌大、肿胀变厚、舌下充血、心慌、眼肿、流涎、荨麻疹等为阳性反应。

（5）皮内试验：将0.1 ml有机碘水注入前臂皮内，10~15分钟后观察皮肤反应，若注药处皮肤出现直径大于1.5 cm红斑及红斑周围有伪足者即为阳性，局部发生水泡、变黑和坏死者为强阳性。但据统计，即使是试验阴性，在造影中注射对比剂时，仍有出现过敏反应的情况，皮内试验的错误率为20%~30%。

在上述碘过敏试验中，一般讲皮内试验和结膜试验较不可靠，静脉试验是目前最常用的方法，亦比较可靠。有时过敏反应症状出现较迟，所以试验应提前1~2天进行较为妥当。应当注意，在做碘过敏试验时就有可能会引起强烈的过敏反应，甚至休克死亡。过敏试验为阴性者，在造影中亦可发生过敏反应。

2. 麻醉药过敏试验 将造影用麻醉药0.1 ml注入患者前臂皮内，15分钟后如果局部出现红晕、丘疹等为过敏反应。

（四）造影中的意外和急救措施

在造影检查中，患者可因药物过敏或其他原因出现意外情况，检查人员必须能够认识发生意外的症状与体征，掌握基本的急救方法。一旦发生意外，应立即停止注药。轻者待症状缓解后可继续进行造影检查；重者应立即终止检查，采取急救措施，并通知临床医生参加抢救。急救应在放射科进行，危险期过后转入病房治疗。

1. 碘对比剂反应 利用碘剂造影可产生不同程度的反应，重者可危及生命。其反应的机制可能是过敏反应或用量过多引起的碘中毒。常见的碘对比剂反应和治疗如下：

（1）急性变态或类变态反应：临床表现为全身荨麻疹和（或）血管神经性水肿，有时伴有头痛、恶心呕吐、腹痛、腹泻、哮喘、眼结膜充血等。急救措施：①肾上腺素0.5 mg皮下注射；②吸氧（2~6 L/分钟）；③苯海拉明50 mg肌肉注射。

（2）过敏反应和类过敏反应：临床表现症状与急性变态反应相似。有时患者可能出现心动过速、面色苍白、血压下降。治疗：①肾上腺素0.3~0.5 mg静脉内注射；②吸氧（2~6 L/分钟）；③建立静脉通道。

（3）类过敏或过敏性休克：临床表现症状与类过敏反应相似，但是比较显著，并发意识丧失、哮喘状态、呼吸暂停、循环衰竭、心搏骤停。治疗：①肾上腺素0.3~1 mg静脉内注射；②吸氧（2~6 L/分钟）；③氢化可的松250 mg，静脉内注射；④气管插管并加压给氧。

2. 麻醉药反应 麻醉药所致的反应分特异反应、中毒反应和过敏反应三种，临床习惯统称为过敏反应。

（1）临床表现：①轻度反应：有兴奋或抑制、多言或嗜睡、恶心呕吐、皮肤苍白、寒战等，这些症状也有可能是重度反应的早期表现；②重度反应：表现为四肢抽搐、痉挛、震颤或癫痫样发作，甚至发生呼吸和循环衰竭而死亡。

（2）急救措施：①吸氧或人工呼吸；②保持呼吸道通畅；③抽搐者用硫喷妥钠0.5 mg+

20 ml 生理盐水静脉注射；④呼吸衰竭，呼吸节律改变时用洛贝林 3 mg 肌肉注射或静注；⑤循环衰竭时用麻黄碱 15~30 mg 静注，间羟胺 0.2~1.0 ml 肌肉注射。

3. 腹部加压引起的迷走神经反应　进行排泄性尿路造影时，因用棉垫、气囊或压迫器等压迫输尿管，腹部内脏亦受到压迫和刺激，引起迷走神经兴奋、冠状动脉痉挛和心肌神经传导障碍，可出现严重症状。有时下肢静脉受阻使回心血量减少，亦可出现类似症状。

（1）临床表现：轻者面色苍白、出冷汗、烦躁不安、脉搏细弱等休克症状；重者意识障碍、甚至心搏骤停。

（2）急救措施：①立即除去腹部压迫物，为最有效措施；②阿托品 0.5 mg 皮下注射；③休克和心搏骤停时，采取相应处理措施。

4. 气体栓塞　利用气体进行腹腔和腹膜后造影检查时，气体误入静脉内可引起气体栓塞。

（1）临床表现：因气体所在部位不同而出现不同的症状：①脑部气体栓塞时表现为偏瘫、昏迷和抽搐等；②冠状动脉栓塞时出现心前区压迫感或心绞痛，同时有气急、呼吸困难和休克，甚至心搏骤停；③肺部栓塞时表现为呼吸困难、气促和发绀等。

（2）急救措施：主要方法有：①迅速将患者置于头低足高左侧卧位，这样可使气体浮于右心室，逐渐被激荡而分裂成小泡沫，然后经肺动脉进入肺部而被吸收排除；②心搏骤停者，只可做心脏直接按摩，禁忌施行体外心脏按压，而在直接按摩前必须将心腔内气体吸出，否则会将更多的气体挤入血循环而造成更严重的栓塞；③给予相应的药物治疗和输氧。

5. 碘油栓塞　碘油栓塞可在进行子宫输卵管造影或碘油淋巴管造影时，由于碘油进入血液循环所致。前者引起栓塞的原因包括：①月经期刚结束，子宫内膜不完整时进行造影检查；②造影检查中注射碘油压力过大；③对一般压力不能耐受的个体；④子宫内膜结核、炎症等。

（1）临床表现：因碘油所在部位不同而出现不同的症状：①肺栓塞：其症状有咳嗽、呼吸困难、咯血或发热等；②脑栓塞时出现偏瘫、昏迷等。

（2）急救措施：主要方法有：①体位：因碘剂是高比重的物资，为防止其流入左心室，应迅速将患者置于右侧卧位，取头高足低位，以减轻或避免脑血管的栓塞，故抢救时的体位与气体栓塞相反；②如发生肺部症状，应立即给予吸氧，且做对症处理。

6. 循环衰竭与呼吸衰竭　多见于冠心病、手术后或久病体弱者，亦可见于严重动脉硬化的老年人和严重迷走神经反应者。

（1）临床表现：患者突发昏迷或惊厥、面色苍白、出冷汗、脉搏细弱、血压下降、呼吸微弱、心室纤颤或心搏停止。

（2）急救措施：①迅速将患者平放或取头低足高位；②叩击心前区，每秒 1 次；③进行人工呼吸；④使用急救药物，心室内注射 1‰肾上腺素 1 ml，静脉注射间羟胺 10 mg；⑤呼吸衰竭时应静脉注射洛贝林 3 mg，并给予氧气吸入。立即通知临床医生协助抢救。

7. 昏厥　长期卧床的患者进行 X 线检查时，常因突然站立引起脑部缺血而发生昏厥。此外，体弱少食者在检查过程中，亦可因低血糖而出现昏厥。

（1）临床表现：患者在检查过程中突然昏倒、皮肤和四肢寒冷、脉搏细弱、血压下降、呼吸表浅、瞳孔缩小和昏迷等。

（2）急救措施：①将患者采取平卧或头低足高位，静脉注射 50%葡萄糖 50 ml；②肌肉注射肾上腺素 0.5~1 ml；③针刺人中和十宣穴位；④清醒者可饮 1 杯糖水。

学习笔记

第二节 泌尿生殖系统造影检查

泌尿生殖系统造影检查（urinary system contrast examination）是诊断泌尿生殖系统疾病的重要检查方法，此法可了解泌尿生殖系统的内部结构和生理功能，对了解泌尿生殖系统有无病变具有很大的帮助。

一、静脉尿路造影

（一）静脉肾盂造影（intravenous pyelography；IVP）

又称排泄性尿路造影（excretory urography），是利用对比剂经静脉注射后，几乎全部经肾小球滤过排入肾盏、肾盂而使之显影，不但可以观察整个泌尿系的解剖结构，而且可以了解分泌功能和各种尿路病变。IVP简便易行、痛苦小、危险性小，是临床上最常用的一种泌尿系X线造影检查方法；但肾功能严重受损时，尿路显影不佳或不显影。

【适应证】①肾、输尿管疾患，如结核、肿瘤、畸形和积水，证实尿路结石的部位，了解有无阴性结石；②原因不明的血尿和脓尿；③尿路损伤；④尿道狭窄不能插入导管或膀胱镜检查者；⑤了解腹膜后包块与泌尿系的关系；⑥用于肾血管性高血压的筛选检查。

【禁忌证】碘过敏，全身情况衰竭，急性传染病或高热，急性泌尿系炎症和严重血尿、肾绞痛，妊娠期及产褥期，白血病有严重蛋白尿时，脱水可能使过多的蛋白沉积在肾小管而导致梗阻。严重的甲状腺机能亢进。

【造影技术】

（1）造影前准备：①碘过敏试验；②造影前2~3天不吃易产气和多渣的食物，禁服铋剂、碘剂、含钙或重金属的药物；③检查前日下午服轻泻剂，如番泻叶6~9 g，用开水冲服2~3次，或蓖麻油20~30 ml，对老年长期卧床、习惯性便秘者，可提前2~3天每晚服缓泻剂，检查前1~2小时做清洁灌肠；④检查前12小时内禁食、禁水；⑤摄腹部平片，包括双肾区和膀胱区，如腹内仍有较多气体，可注射垂体加压素0.5 ml，促使肠内气体排出，但有心血管疾病者禁用垂体加压素；⑥造影前排尿，使膀胱空虚；⑦准备好对比剂和各种用具，同时向患者说明检查过程，以取得患者的合作。

（2）对比剂：任何经肾排泄的有机碘溶液均可使用。目前常用60%~70%泛影葡胺。成人用量一般为20 ml。老年人肾血流量减少，可酌情加大剂量。儿童因不能压迫输尿管，故剂量可偏大，可按每公斤体重0.5~1 ml计算或参照下述剂量：1岁以内用4~6 ml，2岁~6岁6~10 ml，7岁~12岁10~15 ml，12岁以上同成人剂量。

（3）操作步骤：被检者仰卧于检查床正中，将两个椭圆形压迫器置于脐两旁两侧髂前上棘连线水平上，相当于输尿管进入骨盆处，用连以血压计的气袋的压迫带覆盖其上，然后束紧压迫带，压阻两侧输尿管通路，使气袋充气，加压至80~100 mmHg，最高不得超过被检者的动脉压，否则造影时间延长时，被检者难以忍受，并可引起股动脉缺血。同时因压力过高，使肾盂内压力亦相应增高，从而抑制肾脏的分泌功能并可产生对比剂逆流。一般以能压迫输尿管使对比剂停留于肾盂、肾盏内为度。腹部不宜加压时，可将被检者的头部放低，使骨盆抬高10°~15°。经肘部静脉注入对比剂20~40 ml，1分钟内注完，使血液中对比剂浓度迅速升高，显影效果良好。对比剂注射完毕5~7分钟采集第一幅图像，以观察摄影位置、条件和肾盂、肾盏的显示情况。15分钟采集第二幅，30分钟采集第三幅。如一侧肾盂、肾盏显影不佳，应延长采集图像的时间。肾盂积水按常规时间采集图像不显影时，可在数小时后再采集图像。如双侧肾盂、肾盏显影满意，除去腹压带，使输尿管和膀胱充盈，并采集全尿路图像。

【摄影技术】常规静脉尿路造影采集肾区的前后位图像，观察肾盂、肾盏内对比剂充盈情况。采集图像时被检者取仰卧位，身体正中矢状面对准床面中线，两臂置于身旁，上缘包括第 11 胸椎；中心线对准胸骨剑突与脐部连线的中点垂直射入，于平静呼气后屏气曝光。

若正位影像上的肾盂杯口状影重叠或平片结石被肾盂内对比剂遮蔽时，可加摄斜位或侧位以资鉴别。采集斜位和侧位图像时要求中心对准第 2 腰椎前缘。解除腹部压迫后的全尿路图像采集方法同腹部平片。如疑有肾下垂者采集站立位全尿路图像。当患者肾盂、肾盏显影满意或肾盂、肾盏积水严重，而输尿管显示不清疑有肾先天性旋转不良时，加摄俯卧位全尿路图像以了解输尿管的总体情况。

【图像显示标准】常规法静脉尿路造影，肾盂、肾盏在 7 分钟所采集的图像上影像较淡，15 分钟后的影像清晰。正常肾盂多呈三角形，上缘凸、下缘凹呈弧形弯曲，基底位于肾窦内，尖端向下与输尿管相连。在全尿路图像上输尿管呈细带状影；膀胱内虽有对比剂充盈，但因量较少、充盈不足，故膀胱上方呈凹陷状。正常两侧肾盂、肾盏密度相等（图 5-1）。

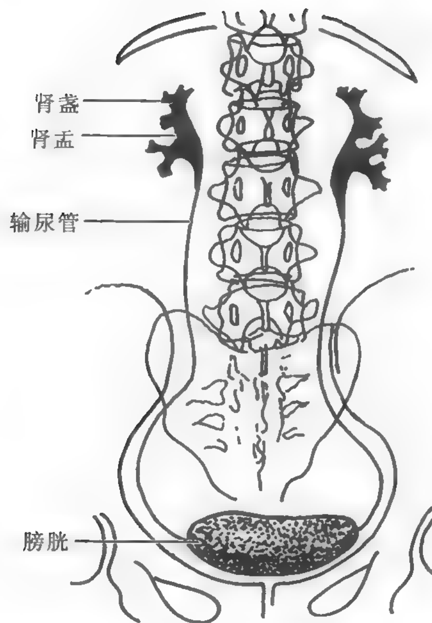


图5-1 静脉尿路造影显示图

【注意事项】腹部有巨大肿块、肥胖病人或腹水患者行造影压迫输尿管有困难时，可采用倾斜摄影床的方法，使患者呈头低足高 30°位以减缓尿液流入膀胱。或若在注射对比剂前 10 分钟肌肉注射平滑肌松弛药物，减弱输尿管蠕动，则肾盂、肾盏显影更佳。被检者因腹带压力过大，出现迷走神经反应或下肢血供不足时，应减轻腹带压力或暂时松解，待症状缓解后重新加压或采用头低足高位继续进行造影检查，症状严重者立即解除腹带，并进行对症治疗。采集造影图像的管电压比腹部平片要高 1~2 kV。

（二）改良法静脉肾盂造影（modified intravenous pyelography）

常规的静脉肾盂造影，常因腹部压迫太紧，病人难以忍受而中断造影。若腹带压迫松弛，对比剂又容易较快地进入膀胱，使造影检查失败。改良法静脉肾盂造影系采用双倍剂量的对比剂，不加压迫采用头低足高位进行检查；病人无压迫之苦，且能达到诊断要求。对于年老体弱、腹部有包块、肾盂积水、腹主动脉瘤和腹部手术后不久的病人尤为适宜，对儿童也较易接受且效果良好。

造影技术：①造影前准备：同静脉肾盂造影；②对比剂：改良法静脉肾盂造影用对比剂的剂量为成人每次 40 ml，儿童用量酌减；③操作步骤：被检者仰卧于检查床上，取头低足高 15°~20°位，腹部不加压迫带。先肌肉注射 10~20 mg 654-2，待 10~15 分钟后静脉推注 60%泛影葡胺 40 ml，在 3 分钟内注射完毕，注药后每间隔 3 分钟在电视透视下观察双肾区，采集肾区图像两幅，如肾盂、肾盏显影满意，将检查床放平，采集尿路全程图像。如用 DR 检查，注药后 15 分钟内采集肾区图像两幅，如肾盂、肾盏显影满意，25~30 分钟将检查床放平，采集尿路全程图像。这种造影检查方法可缩短造影时间，既减轻了受检者的痛苦又节约了造影时间。

（三）大剂量静脉肾盂造影（high dose intravenous drip pyelography）

大剂量静脉肾盂造影又称大剂量排泄性尿路造影或静脉滴注法尿路造影，是在短时间内迅速静脉滴注稀释的对比剂，使血液内对比剂浓度迅速提高，使肾脏的排尿量大为增加，超

学习笔记

过了输尿管的下泄量，从而使肾实质和全尿路显影满意。这种方法大多在常规静脉法显影不满意时采用，对显示全尿路影有特殊价值，既可观察肾实质和肾脏的分泌功能，又可了解泌尿系的腔内情况及运动功能。

【适应证】常规造影显影不满意，如肥胖、腹部有巨大肿块者，不能禁水和不能加腹压者，输尿管疾病，高血压患者需观察肾脏，某些不合作的小儿和为了观察全尿路者。

【禁忌证】碘过敏者，尿闭和多发性骨髓瘤患者，肝功能严重受损者。

【造影技术】

（1）造影前准备：基本同肾盂造影，唯独无须禁水。

（2）对比剂：60%泛影葡胺，剂量按 2 ml/kg 计算，加上等量 5%葡萄糖溶液或生理盐水做静脉滴注。

（3）操作步骤：造影前摄腹部平片。对比剂须快速静脉滴入，可采用输血针头，输液瓶距检查床面要高，一般在 4 分钟内滴完。对比剂在肾实质内可持续 30 分钟。不需压迫输尿管，取头低足高 15°~20°位。当对比剂总量达到 18 g 以上时，短时间内注入血中的对比剂浓度迅速提高，使肾盂、肾盏和肾实质显影满意。在滴注完毕后立即采集全尿路图像一幅，以后 10 分钟、20 分钟、30 分钟分别采集全尿路图像各一幅。肾功能减弱或衰竭者，可根据显影情况延迟采集图像。

【摄影技术】摄影位置同腹部前后位，因在一幅图像上能够同时显示肾实质、肾盂、肾盏、输尿管和膀胱，故探测板的上缘应包括第 11 胸椎、下缘包括耻骨联合。中心线经剑突与耻骨联合连线的中点垂直射入。必要时，加摄膀胱斜位和尿道斜位。

【图像显示标准】因对比剂用量大，肾实质内充有较多的对比剂，使肾影密度增高呈蚕豆状，位于脊柱两侧；肾盂、肾盏、输尿管和膀胱内可同时有对比剂显影。

【注意事项】造影中有少数被检者出现咳嗽、喷嚏、皮疹或面部潮红等，通常不需任何处理而自愈。如症状较重，应降低注药速度或停止注药，并予以对症处理。

二、逆行肾盂造影

逆行肾盂造影（retrograde pyelography）是将特制的输尿管导管在膀胱镜的观察下插入输尿管内，并经导管注入对比剂，使肾盂、肾盏、输尿管和膀胱充盈，用以观察全尿路情况。其优点是显影清楚，不受肾脏分泌功能的影响；但由于检查痛苦较大，且易发生逆行感染，故多作为选择性应用。

【适应证】①不适于做肾盂造影者，如心、肝、肾功能差；②静脉法不显影的肾、输尿管疾患，如严重的结核、肾积水和先天性多囊肾等；③多次静脉肾盂造影无法将肾盂、肾盏显影满意者；④证实腹部平片所示阴影是否位于输尿管内，并能够肯定二者的关系；⑤了解肾、输尿管与邻近器官的关系，观察有无受累情况。

【禁忌证】①尿道狭窄不能做膀胱镜检查者；②急性下尿路感染和出血；③严重膀胱病变禁做膀胱镜检查者；④严重的心血管疾患和全身感染者。

【造影技术】

（1）造影前准备：同静脉肾盂造影，但不需禁水，一般无须做碘过敏试验。

（2）对比剂：10%~15%泛影葡胺，用量为每侧 5~10 ml。由于对比剂的量和浓度均低，也不进入肝实质内，很少引起全身性反应。

（3）操作步骤：由泌尿外科医师在膀胱镜窥视下将导管插入输尿管，然后透视下观察导管位置，导管头一般在肾盂的下方一个椎体为宜。透视下缓慢注入对比剂，速度不宜过快，压力亦不能过高，以免对比剂外溢影响诊断。每侧肾盂注入 5~10 ml，在 15 秒内注完，待肾

盂、肾盏充盈满意立即采集图像。若需观察肾盂、肾盏的排空和输尿管的充盈情况时，可在注入对比剂2分钟后再采集图像或拔除导管后透视下观察其排空情况并适时采集图像；必要时可加摄侧位和斜位图像。若观察肾盂、输尿管交界处，须先把导管抽至输尿管上1/3处，然后注入对比剂并采集图像。每次检查可根据显影情况酌情增减对比剂的用量。在肾盂积水病例，造影的目的仅在于了解梗阻病变的位置和性质，切忌在扩大的肾盂内再注入大量的对比剂，否则会因突然增加肾脏内的压力，可能导致完全梗阻或并发感染。在输尿管狭窄处导管不能通过时，即可在该处注入少量较浓的对比剂，行侧、斜位透视和采集图像。

【摄影技术】常规摄取仰卧前后位，有时加摄侧位、斜位。

【图像显示标准】由于对比剂浓度高，肾盂、肾盏与周围组织对比良好，影像清晰优于静脉尿路造影。

【注意事项】双侧输尿管导管注射对比剂时，注射速度必须同步。若被检者一侧肾区有胀感时，应停止注药；另侧继续注射至肾区有胀感为止。

三、膀胱及尿道造影

（一）膀胱造影

膀胱造影（cystography）将导尿管插入膀胱，然后注入对比剂使膀胱充盈显影，以观察膀胱的大小、形态、位置以及其邻近关系。亦可利用静脉肾盂造影排入膀胱的对比剂而显影。

【适应证】①膀胱器质性病变：如肿瘤、结石、炎症、憩室和先天性发育畸形等；②膀胱功能性病变：如神经性膀胱、尿失禁和输尿管反流；③盆腔肿瘤和前列腺病变与膀胱的关系；④脐尿管未闭和输尿管囊肿。

【禁忌证】①尿道严重狭窄；②膀胱大出血；③膀胱和尿道的急性感染。

【造影技术】

（1）造影前准备

1）清洁灌肠，减少胀大之肠管压迫而造成膀胱变形，并采集膀胱区平片图像。

2）充分排尿或腹部加压使残余尿液排尽，排尿困难者应行插管导尿。

3）将对比剂加温至体温的温度。

4）准备导尿管，成人用12~14号，小儿用8~10号；并准备插导尿管所需消毒用具等。

（2）操作步骤

1）静脉造影法：利用静脉尿路造影排出的对比剂充盈膀胱常不够满意，而大剂量静脉造影则可充盈良好，此法适用于尿道狭窄而不能行尿道插管者。

2）逆行造影法：最常用。检查前嘱被检者排尿，然后仰卧于摄影床上；消毒后将导尿管插入膀胱。导尿管进入膀胱内即有尿液流出，压迫膀胱区放尽尿液。透视下缓慢注入对比剂至受检者膀胱区有胀感时为止。膀胱充盈满意后，转动体位全面观察，然后采集前后位和左、右斜位图像各一幅。必要时可加摄侧位或俯卧位。观察图像满意后，让受检者排出对比剂并再采集一幅图像，以观察膀胱内对比剂滞留情况。

3）双重对比法：先注入碘化钠30~50 ml，转动受检者体位，使对比剂弥散涂布于膀胱壁，然后再注入空气250~300 ml，待受检者有尿意后，即可采集前后位、后前位和斜位图像。

【摄影技术】

（1）膀胱前后位

1）摄影体位：被检者仰卧于摄影床上，正中矢状面垂直床面并与中线重合，下肢伸直，上肢置于身体两侧，探测板长轴与身体长轴垂直，耻骨联合对准探测板中线上4 cm处。

2）中心线：经耻骨联合上4 cm处垂直射入探测板中心。

（2）膀胱右后斜位

1）摄影体位：被检者仰卧于摄影床上，身体向右倾斜，使矢状面与床面呈45°角，耻骨

学习笔记

联合左缘5 cm处对准探测板中线。右下肢伸直平放于摄影床上，左下肢屈曲与对侧分开。探测板长轴与身体长轴垂直，耻骨联合对准探测板中线上4 cm处。

2）中心线：经耻骨联合上4 cm向左5 cm处，垂直射入探测板。

（3）膀胱左后斜位

1）摄影体位：被检者仰卧于摄影床上，身体向左倾斜，使矢状面与床面呈45°角，耻骨联合右缘5 cm处对准探测板中线。左下肢伸直平放于摄影床上，右下肢屈曲与对侧分开。探测板长轴与身体长轴垂直，耻骨联合对准探测板中线上4 cm处；

2）中心线：经耻骨联合上4 cm向右5 cm处，垂直射入探测板。

【图像显示标准】膀胱为密度增高的椭圆形影，前后位显示膀胱两侧壁和顶部边缘，右后斜位观察膀胱的右前缘和左后缘，左后斜位则显示膀胱左前缘和右后缘。从三个不同位置的多个角度，显示膀胱的不同边缘部分，通过全面观察可得到一个完整的主题概念。

（二）尿道造影

尿道造影（urethrography）是针对尿道疾病常用的检查方法，多用于检查男性尿道。

【适应证】①尿道的先天性畸形，如后尿道瓣膜、双尿道和尿道憩室；②尿道外伤后了解损伤的部位和范围；③尿道病变，如尿道结石、肿瘤、瘘管和尿道周围炎症、脓肿；④前列腺病变，如肥大、肿瘤和炎症。

【禁忌证】尿道急性炎症和龟头炎症，尿道出血，碘过敏。

【造影技术】

（1）造影前准备：如单独检查尿道，检查前少饮水；如膀胱尿道合并检查，与膀胱造影前准备相同。

（2）对比剂：任何含碘的对比剂均可，目前仍多采用将60%泛影葡胺稀释至10%左右；为减少对比剂对尿道的刺激，造影前可在尿道内注入少量麻醉药物。

（3）操作步骤

1）逆行尿道造影法：被检者仰卧于摄影床上，尿道外口及其周围常规消毒，将导尿管插入尿道外口少许，用胶布固定。摆好摄影体位，牵拉阴茎与身体长轴垂直，捏紧阴茎头，经导尿管自尿道外口注入对比剂，利用外括约肌的作用，使前尿道充盈，用于检查尿道旁憩室或脓腔。由于对比剂易于进入膀胱，故对后尿道和膀胱颈部病变难以显示满意。在透视下徐徐注入对比剂，直至进入膀胱。注射压力不宜过大；一般约需对比剂30~40 ml。在透视下推注中适时采集图像。若采集后尿道和膀胱颈部图像，在注药20 ml时，嘱被检者做排尿动作，使随意括约肌松弛，利于后尿道充盈。在透视下继续注药的同时适时采集图像。亦可用一带锥形橡皮头的注射器将对比剂直接注入尿道，

2）排泄法尿道造影：是女性尿道检查的唯一检查方法，为逆行尿道造影法的补充检查方法。被检者排尿后取仰卧位，常规消毒后，在尿道内注入少许麻醉剂，选用管径适当的导尿管插入尿道，缓慢注入对比剂，成人用量约150~300 ml，儿童酌减，待被检者有排尿感时抽出导管。将被检者置于摄影体位，嘱其自行排尿，在透视下观察排尿过程，并适时采集图像。排泄法造影时，因后尿道松弛、管径较大，有利于观察膀胱颈和尿道功能以及有无后尿道狭窄等先天性畸形。

【摄影技术】男性尿道造影常摄取左后斜位，亦可摄前后位、右后斜位或侧位。

尿道左后斜位：①摄影体位：被检者仰卧于摄影床上，右侧抬高，使身体矢状面与床面呈45°角；左髋和膝关节屈曲90°，平放于摄影床上，阴茎拉向左方与床面平行，上缘与髂前上棘相齐、下缘包括全尿道，耻骨联合前方对准探测板中心；②中心线：经耻骨联合前缘垂直射入探测板中心。

【图像显示标准】斜位图像尿道起于耻骨联合上方的膀胱下缘，向下行走为后尿道，管

腔较粗呈梭形，长 3~3.5 cm。膜部较细，位于耻骨联合后下方，以下为尿道海绵体部。正位图像球部和膜部呈轴位，影像易于重叠。侧位尿道虽可完全显示，但因与骨盆重叠影像不够满意。

四、子宫输卵管造影

子宫输卵管造影（uterosalpingography）是经子宫颈口注入对比剂，以显示子宫颈管、子宫腔和两侧输卵管的一种检查方法，是目前妇科 X 线检查中最常用的一种检查方法。造影能清楚显示子宫颈管、子宫腔和两侧输卵管的位置、形态、大小以及它们的内部改变，对妇科疾患的诊断、预后及治疗处理均具有重要价值。此外。对不孕症除可诊断外，尚有治疗作用。

【适应证】①寻找不孕症的原因：如输卵管的慢性炎症、积水和结核性病变、子宫肿瘤、异物、卵巢肿瘤和其他盆腔肿瘤，确定输卵管有无阻塞及阻塞的部位和原因；②了解生殖道畸形的类型和性质；③寻找子宫不正常出血的原因；④观察绝育术后输卵管的情况，多用于输卵管结扎后考虑行再通术者；⑤使轻度输卵管炎引起的粘连再通。

【禁忌证】各种急性或亚急性内生殖器、盆腔炎症；②月经期或经后 4 天以内、妊娠期、分娩 6 个月内和刮宫术后 30 天内不宜造影；③内生殖器出血期不宜造影；④严重心肺疾患或全身性疾病者，发热体温在 37.5 ℃ 以上者；⑤碘过敏者。

【造影技术】

（1）造影前准备：①术前三天做碘过敏试验；②造影时间：选择在月经停止后第 5~10 天内进行，不宜安排在排卵期，如时间太早，子宫内膜上有创面，碘化油可至油栓，太晚则子宫内膜增生，某些病变不易显示；③造影前天晚上服缓泻剂（如蓖麻油 20~30 ml），必要时可清洁灌肠；④对神经紧张者，术前给予镇静剂；⑤造影前排空大小便，清洁外阴部及尿道。

（2）对比剂：常用 40%碘化油 10 ml，优点是显影清晰，刺激性小，停留时间较长，便于透视下观察和采集图像；缺点是吸收较慢，常引起异物反应，形成肉芽肿或组织粘连，进入血管可形成油栓。近年来有机碘溶液如 76%泛影葡胺应用较多，优点是易于吸收和排出；缺点是刺激性大，可致严重腹痛，且流动快，不便采集图像。

（3）操作步骤：被检者仰卧于摄影床上，取截石位，局部消毒后将导管插入子宫颈管内，并以橡皮塞顶紧以免对比剂外溢。对比剂须加温至体温，以免注入宫腔后引起子宫输卵管痉挛造成闭塞假象。抽取对比剂时，注意排空气体，以免气体注入宫腔后形成假性充盈缺损。注射对比剂前先采集盆腔区平片图像一幅，然后再透视观察下徐徐注入对比剂；注射速度要缓慢，压力不宜过大，以免引起胀痛和子宫输卵管破裂，一般在子宫输卵管充盈或被检者感觉闷胀时停止注射，并随即采集图像。若子宫充盈后输卵管仍然不显影，可能系痉挛所致，稍停片刻再透视或采集图像。用碘化油造影 24 h 后或 76%泛影葡胺造影 30~40 分钟后再采集图像一幅，观察输卵管是否通畅，对比剂是否进入腹腔。

常规子宫腔造影常因宫颈口塞子塞入宫颈过深，难以显示宫颈腔，致使许多病变漏诊。为此 Jimes 对宫腔造影做了改进，使子宫显影的同时，宫颈腔也能清晰显示，称为子宫颈造影。造影方法是当对比剂充满子宫腔后，即将塞子缓缓退出，对比剂亦随之流至宫颈管，此时边拔塞子边采集图像。同时要求被检者双股紧紧内收，使子宫位置固定，子宫颈钳仍保留原位。

（4）术后处理：若腹痛明显应休息 1 小时后再离开，一般术后须休息 1 周，并给予抗生素，预防感染。

（5）并发症：静脉逆流，可导致盆腔炎症者引起腹膜炎或脓肿。

【摄影技术】

（1）摄影体位：被检者仰卧于摄影床上，正中矢状面垂直于床面，并与探测板中线重合，

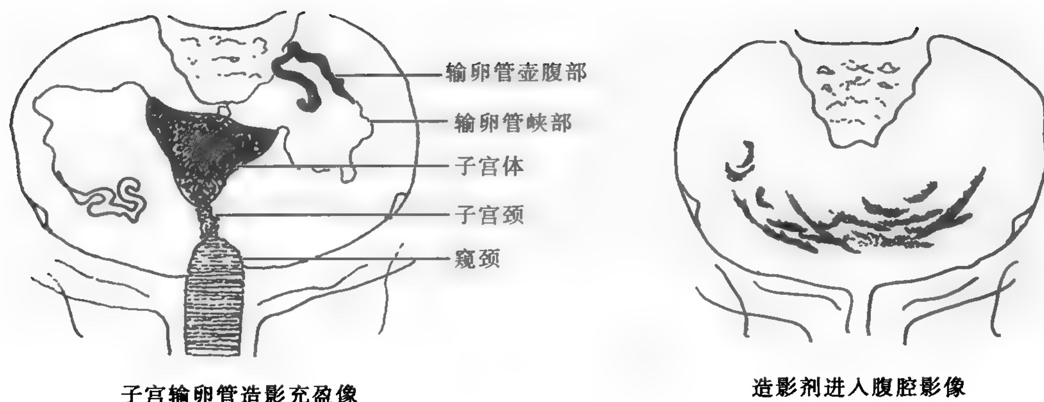
学习笔记

上缘达髂前上棘、下缘包括刺骨联合。

(2) 中心线：对准探测板中心，垂直射入。

【图像显示标准】宫腔充盈像显示子宫位于耻骨联合的上方，宫腔呈倒置等腰三角形，上面的底边为子宫底，下角与子宫颈管相连。子宫底两侧为子宫角，与输卵管相通。正常宫底宽约 3.8 cm，两侧边长约 3.4 cm。正常宫颈管呈圆柱状，上口为宫颈内口，与子宫腔相通，下口为宫颈外口，与阴道相通，宫颈管边缘呈羽毛状。输卵管自子宫角伸向盆腔两侧，呈迂曲柔软之线条状，由内到外分为间质部、峡部、壶腹部和伞部。

24 小时后采集的图像见输卵管内碘油进入盆腔，分布于肠管之间、子宫直肠凹和子宫膀胱凹内，呈现为波浪状或弧线状阴影（图 5-2）。



子宫输卵管造影充盈像　　造影剂进入腹腔影像

图5-2　子宫输卵管造影

【注意事项】①注射对比剂过程中，透视发现子宫腔轮廓不清、周围出现条纹状或树枝状阴影时，提示对比剂进入子宫静脉，应立即停止注药，密切观察病人情况；②注意缩短透视时间，减少照射量。

五、乳腺导管造影

女性乳房是两个半球形软组织器官，位于 2~6 肋高度。乳房内含乳腺和脂肪组织。乳腺分为 15~20 个腺叶，腺叶又分若干小叶。每一腺叶有一输乳管，多个输乳管最后汇合成大乳管，各大乳管以乳头为中心呈放射状排列，末端开口于乳头。

乳腺导管造影（manmmary ductography）是通过开口于乳头的输乳孔，向输乳管内注入对比剂并采集图像，以显示某一部分输乳管的形态和邻近组织结构的病理改变。

【适应证】凡有乳头溢液者，无乳头溢液但临床疑有乳腺癌者也可做此项造影检查。

【禁忌证】患有急性乳腺炎的患者暂不宜做造影，碘过敏者禁做。

【造影技术】输乳管孔在乳头的位置与其所属的输乳管和腺液的分布具有相对称的关系；越靠近乳头边缘部的输乳孔，越与边缘部的输乳管及其小叶相连。因此，造影时应根据病变所在的大体部位，有选择性地向某一输乳孔注药，以便将病变部分的输乳管很好地显示出来。造影时在乳头部找出所需的输乳孔，如不易找到时，可在乳头上涂以少许橄榄油，对寻找输乳孔有所帮助。当确定选用的输乳孔后，可先用泪管探针扩张导管后，再将直径 0.5 mm 的磨平针头缓慢送入，深度约 1 cm，然后缓慢注入对比剂。对比剂的选用，无须特殊限制，凡能用于血管注射者，均可用于乳腺管造影；注入剂量视乳腺的大小与病变而定，一般用量为 0.5~2.0 ml。具体用量可视阻力大小而定，当被检者有胀感时，应停止注药。待对比剂注入完毕，拔出针头，用棉签擦去乳头上的对比剂，即可采集图像。

【摄影技术】采集乳腺侧位和上下轴位两幅图像。采集图像时应避免取俯卧位，以免对比

剂外溢；摄影条件可稍高于平片摄影，以清楚地显示出乳腺导管为准。

【图像显示标准】正常乳腺管自乳头向内分支逐渐变细，呈树枝状影。第3级乳腺管末端即达腺泡，呈池潭样轻度扩大。青年妇女的乳腺管多而细，且密度一致，不应有充盈缺损影。

【注意事项】造影中如果对比剂溢出腺管进入乳腺组织内，约30分钟即可自行吸收，不需做任何处理。

第三节　消化系统造影检查

消化系统的器官包括食道、胃、小肠、结肠和及肝、脾、胰等脏器和胆管系统，它们均为肌肉、结缔组织、腺体等构成，密度大致相同，缺乏良好的天然对比。因此，在检查时必须采用造影检查。肝、脾、胰、胆囊和胆管部分，由于CT、B超、MR等检查手段的出现，传统的造影检查多已不用，本节仅介绍消化道常用的几种造影检查。

一、消化道造影

消化道的检查方法是以数字透视与图像采集相结合，但以数字透视为主。依透视所见选定采集图像部位。透视可以随意转动病人，观察胃肠道的解剖和功能情况。采集数字图像可以作为永久记录，并可发现透视时不能看到的微小病变。胃肠道检查是一种很复杂而又细致的工作，检查者应充分运用消化系统的解剖学、生理学和病理学知识，细致观察，有目的的及时采集图像，才能获得满意的检查结果。

（一）食管造影

1. 食管常规造影（routine esophagography）　可以单独作食管透视，也可以在上消化道透视前检查。

【术前准备】一般不需对病人作任何准备。

【对比剂】根据不同的检查目的和要求，以及病人吞咽困难的程度而调成不同浓度的硫酸钡混悬液。有食管气管瘘者应选用碘油或碘水。

【操作步骤】

（1）常规胸部透视，特别注意纵隔的宽窄。

（2）先了解病史，根据病人吞咽困难的程度，给予不同稠度和剂量的钡剂。对贲门痉挛的病人，往往需加大钡剂的剂量，在钡剂重力的作用下可使贲门开放，以观察贲门和胃底的情况；对疑有食管异物的病人，可在钡剂中加入少许消毒棉花并调匀，让病人一口吞下，观察有无阻挡或钩挂征象；对疑有食管气管瘘、食管破裂、穿孔，吞咽动作失调和腐蚀性食管炎的患者，可使用碘油或碘水溶液检查。

（3）方法与体位：通常取站立位，口服一汤匙中等稠度的钡剂，观察吞咽动作是否正常，双侧梨状窝是否对称，随即迅速转成右前斜位，跟随钡头走行，逐段观察食管充盈扩张和收缩排空情况；然后再以左前位和正位观察，如不满意可重复进行检查。在检查中，可根据病情采取多种体位或配合呼吸动作进行检查。卧位或头低足高位，可使钡剂流速减慢，有利于显示食管上段的病变。若同时采用腹部加压法，更能减慢钡剂下行的速度，使下段食管管腔充盈满意，有助于发现食管壁的轻度浸润性病变。做深呼吸动作能改变食管下端的管腔大小，有助于观察食管下端管壁的柔软度。对有些疾病，还需采取特殊的检查方法，才能显示。如食管裂孔疝，特别是滑动型者，一般检查方法不易显示，可采取俯卧左后斜位或头低15°仰卧位，并于连续大口吞服稠钡的过程中适当增加腹部压力，如上腹部棉垫加压、直腿抬高、深

学习笔记

吸气后紧闭声门或作呃气、咳嗽等动作，以增加检出疝囊和反流现象的机会。如贲门失弛缓症病人，服钡后贲门痉挛不开放，让病人吞咽数口温开水或做跳跃动作，或肌肉注射 10~20 mg 654–2，常可使收缩的贲门开放，钡剂呈间歇性向胃内喷流，借以观察狭窄部的柔软度以及黏膜的情况。对于早期食管静脉曲张的病人，可取卧位，吞咽小口中等稠度的钡剂，当咽下的钡剂已大部分进入胃内，食管内只留有少量钡剂时，让病人深吸气后屏气，并随即采集图像。可疑时，可肌肉注射 10~20 mg 654–2，以降低食管的张力、减少分泌，有利于显示曲张的静脉。

（4）图像采集：透视中应特别注意食管的两端和生理狭窄处，观察食管有无狭窄、扩张、充盈缺损、管壁是否僵硬，黏膜有无破坏和钡剂通过是否通畅，如发现病变或可疑处，应局部采集图像。一般应选择病变显示最清晰的位置采集图像，通常包括完全充盈像、中等度充盈像和黏膜像。对有疑问或一时不能肯定的病变，可采用双重对比造影进一步检查。若仍难以确诊，可短期复查或建议内窥镜检查。

2. **食管双重对比造影**（double contrast esophagography） 是利用气体和钡剂使食管扩张显影的检查方法，对显示食管黏膜面效果佳，适用于一般常规检查不易发现或确诊的早期癌瘤，现已被广泛采用。

【适应证】临床怀疑食管肿瘤而常规检查未发现病变者，常规检查疑有食管肿瘤而不能确诊者，为明确肿瘤的大小、形态和范围。

【禁忌证】低张药物禁忌者，如青光眼、前列腺肥大、高热。

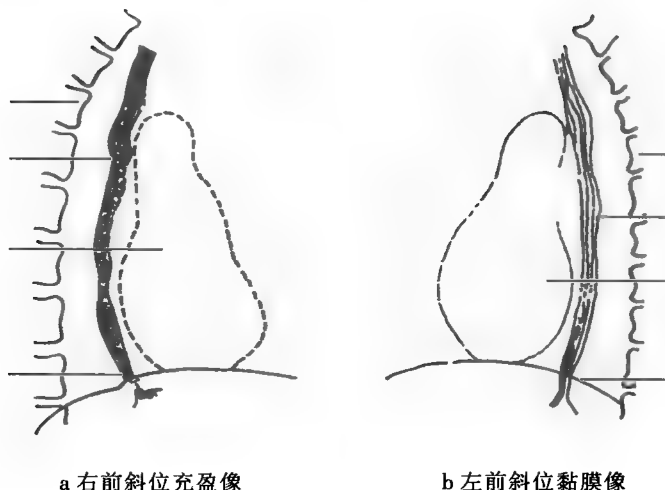
【造影技术】

（1）术前准备：禁食 6 小时以上。

（2）对比剂：双重对比造影用特制硫酸钡。

（3）操作方法：先肌肉注射 10~20 mg 654–2，然后使食管充气，常采用：①呃气法：先行食管常规检查，口服一大口钡悬液，然后令被检者做呃气动作，如同饭后打饱嗝一样，呃气时可将喉头紧闭，舌根下压，用腹式呼吸作吸气状，该动作若成功，可使食管不断地充气扩张和收缩，借以观察食管的弹性。在食管扩张最明显时采集图像；②稀钡连续吞咽法：令被检者连续吞咽浓度为 60%~80%的稀钡剂，在吞咽钡剂的同时咽下部分气体，当大量钡剂混同气体通过食管时，使食管明显扩张，在钡头的近段食管形成双重对比，该法简便易行，效果也比较满意。

（4）摄影技术：采集多轴体位的图像，对病变可疑处应采集局部图像。



a 右前斜位充盈像　　b 左前斜位黏膜像

图5–3　食管造影显示图

（二）胃、十二指肠造影

1. 胃、十二指肠常规造影（routine gastrodenography）　与通过口服钡剂后，在数字透视下不断按摩上腹部以观察其黏膜的形态和充盈后的轮廓。如有异常，随时采集图像。此法简便易行，多年来已形成一套成熟的检查程序，成为最常用的检查方法。虽然目前双重对比造影法已被广泛应用，但不能取代常规法。

【适应证】先天性胃肠道异常者；对任何上腹部症状，如上消化道出血、疼痛、恶心、呕吐等欲明确原因者；上腹部肿块欲明确与胃肠道的关系；胃、十二指肠术后的复查。

【禁忌证】胃肠道穿孔、急性胃肠道出血，一般于出血停止 2 周后，大便隐血试验阴性后方可进行；肠梗阻，对于轻度单纯性小肠梗阻和高位梗阻，为明确原因可酌情进行，对低位肠梗阻和绞窄性肠梗阻禁做；病人体质衰弱，难以接受检查者，一般不宜检查，如病情需要，可在严密观察下进行，并需有临床医师陪同。

【造影技术】

（1）术前准备：必须空腹，一般需禁食 6~12 小时。幽门梗阻的病人，于检查前一日进流质食物，如胃内仍有大量潴留物，应抽胃液或洗胃。检查前 2~3 天禁服重金属药物，如铋、钙、铁、碘等。

（2）对比剂：钡餐用混悬液。

（3）操作步骤：检查应按一定的程序进行。对每个病人，可根据不同的胃型或疾病而采取不同的方法。其具体检查步骤是：先做胸部常规透视，如发现胃内有大量潴留液时，应抽液后或改日再作检查。若肠管有气液平面或气腹者除应详细了解病情外，还需与临床取得联系。此外，还应注意胃泡的形态，有无软组织块影。被检者立位口服一大口稠钡悬浮液，大体观察钡剂通过食管的情形，重点检查胃黏膜。其检查顺序是先胃体，后胃窦和幽门前区。具体手法是用右手将胃体部之钡剂上推后再慢慢松开，在钡剂下流时可显示胃体上部的黏膜；或在上推钡剂后不松手，而让被检者深呼吸，可见少部分钡剂下沉，对显示胃黏膜有时更满意。对胃体下部和胃角部的黏膜可用右手自胃小弯侧向大弯侧来回推移而显示。胃窦部和幽门前区的黏膜可用右手向上方推移，或加用左手从大弯侧向小弯侧适当推压而显示。对于瀑布型胃，钡剂存积胃底，可让被检者做弯腰动作，钡剂可流至胃体和胃窦。对于低张力胃，钡剂沉于胃体下部或胃窦，可倾斜床面或卧位检查。对于高张力胃或体胖腹大者，按摩困难，可取卧位，不断转动被检者体位，并加以手法按摩胃部。仰卧位时，胃内气体积于胃体、胃窦部形成对比，便于观察该部黏膜；俯卧位时，气体积于胃底部，使该部黏膜显示较清晰。在黏膜的检查中要注意观察其柔软度、粗细形态，有无破坏、中断和纠集现象。胃黏膜检查完后再服中等量稀钡（100~150 ml），观察胃中等量充盈下的形态。继而再服多量钡剂（约 200~400 ml），重点观察胃在大量充盈下的轮廓、形态和功能表现。检查时要多轴位、多体位观察胃的形态和胃壁的蠕动、收缩情况。十二指肠的检查一般在胃检查结束后进行，用手法按照球部、球后、降部、水平部和十二指肠空肠曲的顺序逐段检查。既要看充盈相，又要用手加压按摩观察其黏膜相，要注意观察有无激惹征象、变形和龛影，以及十二指肠的形态、轮廓、蠕动和收缩功能。

（4）摄影技术：胃、十二指肠常规造影，应以透视为主，采集图像为辅。当透视发现异常或发现病变而不能定性时，应采集局部病灶图像。透视未发现异常而临床体征明显时，可采集黏膜相、充盈相和充盈加压相。

2. 胃双重对比造影（double contrast gastrography）　是在胃内既服钡剂，又充以足量的气体而形成对比分明的影像。这种检查通常在透视下采集一系列的图像，以调阅图像为主。由于胃腔扩张、黏膜皱襞展平，可显示胃壁的微细结构（如胃小区、胃小沟等），可发现常规造

学习笔记

影所不能发现的细微病变。对早期胃癌、糜烂性胃炎、细小溃疡等有特殊的诊断价值，现已被广泛采用。

【适应证】胃常规造影发现的可疑病变而难以定性者，临床怀疑有肿瘤而常规造影有无阳性发现者，胃镜检查发现早期肿瘤病变者。

【禁忌证】同胃常规造影，低张药使用禁忌者。

【造影技术】

(1) 术前准备：禁食6~12小时；空腹潴留液多者，应用胃管将液体抽出或取右侧卧位引流。或于检查前1.5小时口服胃复安1片，后每隔30分钟服1片，共服3片，并采取右侧卧位使胃液排空，但其缺点是胃肠蠕动增强，对双重对比检查不利。

(2) 对比剂：双重对比造影用硫酸钡混悬剂，浓度以160%~200%为宜。成人用量约100~200 ml。

(3) 操作步骤：肌肉注射10~20 mg 654-2，待10~15分钟产生低张后，在透视下口服硫酸钡混悬剂40~50 ml，服发泡粉1包，使胃充气（有的主张先胃充气，再服钡剂），充气量约300 ml。让被检者取卧位不断翻转4~5次，使钡剂均匀涂抹于胃壁上。当在透视观察下认为胃腔已充气扩张，胃壁已均匀涂抹上一层薄薄的钡剂时，即可采集各种体位的图像。

(4) 摄影技术：一般应采集三种基本体位的图像，即俯卧位，主要显示胃体、胃窦部前壁黏膜相，该位置用钡量较少；仰卧位和仰卧左、右斜位，可显示胃体中下部、胃角、胃窦和幽门前区的双重对比相，该位置一般需再服100~150 ml钡剂，重复翻转后采集图像，随后让被检者再俯卧采集充盈相；立位或半卧位时，采用右前斜位；侧位有利于显示胃体上部、贲门部的双重对比相，该位置利用胃内的原有钡剂和气体即可。在采集贲门区图像时，再口服钡剂一口，在钡剂通过贲门的瞬间采集图像，于站立位或半卧位时，用适当的加压法采集胃体下部和胃窦部黏膜相，对显示该部的病变，尤其是凹陷型胃癌很有用。上述采集图像最好在透视下进行。钡、气用量可随时调节，被检者体位应转得适度，以能充分显示胃壁轮廓形态为宜。通常对于病变可疑处应局部采集图像。在检查中动作要快而轻柔，尽量避免钡剂进入十二指肠与胃影重叠，影响图像质量。对每个被检者要因人而异，尽量减少采集图像的量，以达到诊断目的为原则。

3. 十二指肠低张力造影（hypotonic duodenography） 由于十二指肠张力较高，蠕动强并易发生痉挛，常规X线检查常显示不良，影响对病变的观察。十二指肠低张力造影，可使十二指肠张力降低呈松弛无蠕动状态。因肠腔扩大，其管壁与邻近器官密切接触，有助于显示十二指肠及其邻近器官的病变，特别是胰腺病变。

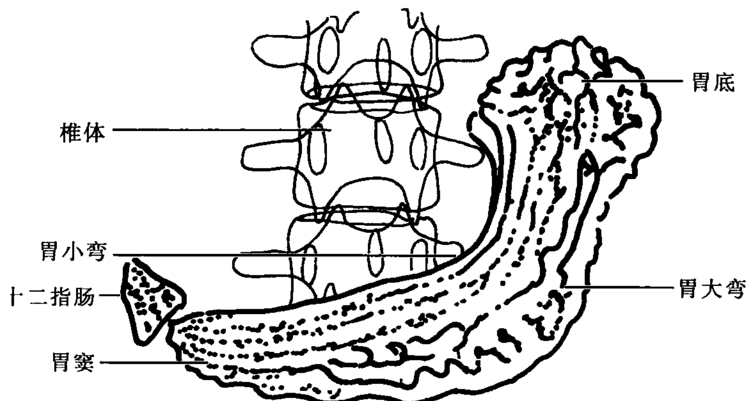


图5-4 胃黏膜象

学习笔记

【适应证】十二指肠有可疑病变，如溃疡、肿瘤、十二指肠球后溃疡和狭窄；临床上有梗阻性黄疸，怀疑有胰头癌、壶腹癌、胆总管下段癌瘤等。

【禁忌证】同胃双重对比造影。

【造影技术】

（1）术前准备：禁食6~12小时，空腹若胃内有潴留液应将液体抽出。若采用插管法，须准备消毒好的十二指肠导管。

（2）对比剂：双重对比造影用硫酸钡混悬剂，浓度以160%~200%为宜。

（3）操作步骤

1）插管法：被检者取坐位，将带金属头的十二指肠导管或一般十二指肠导管经鼻腔插入到胃内，再取仰卧位，在透视下用手法和变换体位将导管送入到十二指肠内，使导管尖端到达降部的上1/3处或中部。然后肌肉注射10~20 mg 654-2，注射后约5~10分钟，待被检者感到口干后，经导管缓慢注入双重对比造影用浓度为160%~200%硫酸钡混悬剂50~100 ml，充盈十二指肠。此时于右侧位或仰卧位观察十二指肠降部充盈情况，充盈满意则选择适宜的体位采集充盈相。然后抽出钡剂，接着采集黏膜相。再取左侧卧位，注入气体约100 ml，使十二指肠充气扩张形成双重对比，即采集双重对比相。俯卧左前斜位有利于显示壶腹部正位像，仰卧位可获得壶腹部侧位像，可按检查需要和透视情况进行图像采集。注入钡剂和气体的量可根据肠腔充气扩张和钡剂附着情况进行调节；若低张效果不好，十二指肠扩张不充分，可酌情再注射低张药，重复检查。本检查法的优点是可以调节对比剂和气体的量，避免胃内对比剂的重叠，能获得比较满意的效果。缺点是操作繁琐，且给病人带来插管的痛苦。

2）口服法：在常规胃钡餐检查结束后，肌肉注射低张药物，同时再口服适量（大约250 ml）的硫酸钡混悬液和较多量的发泡剂（约为正常的两倍）。先取右侧卧位，使十二指肠充盈；再取仰卧位和左侧卧位，通过转换体位使胃内气体进入十二指肠内造成双重对比。在透视观察下实时采集图像，图像采集体位同插管法。本检查法的优点是可在常规钡餐检查后延续进行，不需插管，简便易行，目前多被采用；缺点为个别病例因十二指肠冗长或形态特殊，易与胃重叠，影响效果。

（三）小肠造影

1. 小肠常规造影（routine small intestinography） 小肠包括十二指肠、空肠和回肠。十二指肠属上消化道检查范围，因此，临床上小肠检查实际上是指空肠和回肠的检查。在临床上，一般认为小肠的疾病比较少见，病种亦不多，在检查上常常不被重视。实际上，经常有慢性腹泻、便秘、腹痛、肠鸣等症状的患者，须对小肠进行全面的X线检查。

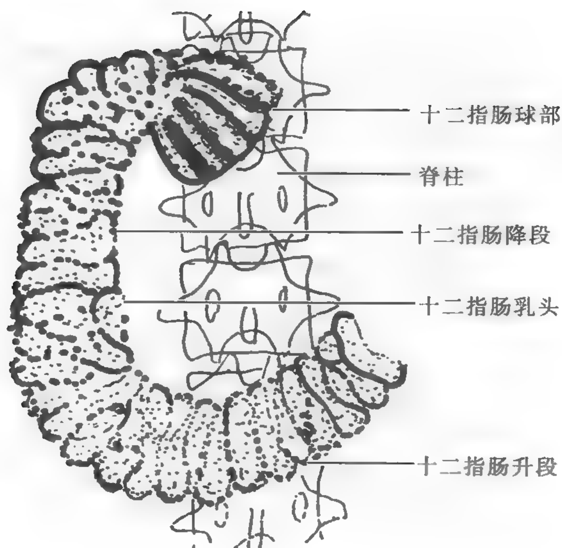


图5-5 十二指肠低张双对比造影黏膜像

【适应证】胃肠道出血怀疑来自小肠者，不明原因的腹痛、腹胀和腹泻者，怀疑有小肠炎症或肿瘤者。

【禁忌证】胃肠道穿孔、急性胃肠道出血。

【造影技术】

（1）术前准备：一般准备同胃常规造影；

学习笔记

检查前一天晚上用开水冲服番泻叶 9 g，30 分钟后再冲服一次，使肠道清洁。

（2）对比剂：双重对比造影用硫酸钡混悬液，其浓度为 60%~120%。

（3）操作步骤：常规腹部透视，观察有无胆结石、肾结石、钙化影，了解肠内积气和积液情况，有无气腹。

1）检查方法：口服钡餐法小肠造影分一次服钡法、多次服钡法、加大服钡法、加服促排药物法等。

一次服钡法：将硫酸钡混悬液 200~300 ml 一次服下，先常规检查胃、十二指肠，然后每隔 15 分钟观察一次小肠，1 小时后每隔 30 分钟观察一次，直至钡首到达盲肠为止（如服钡后 6 小时、8 小时、12 小时、24 小时各观察一次，同时观察大肠，则称为全胃肠道透视）。

多次服钡法：将 200~300 ml 硫酸钡混悬液分 3~4 次服下，每隔 15~30 分钟观察一次。在最后一次服完后，检查胃和十二指肠，同时可以观察全部小肠，一次检查即可将胃和十二指肠、小肠全部检查完毕。缺点是不能观察小肠的运动功能。

加大钡量法：将 400~500 ml 硫酸钡混悬液一次全部服下，促使胃幽门不断开放，使小肠充盈连续，通过加快，从而缩短检查时间，对疑有小肠狭窄和肠粘连的患者效果较好。

加服促排药物法：服硫酸钡混悬液检查完胃和十二指肠后，再服胃肠促排药物，增强胃肠道的蠕动。如服胃复安 25 mg 或让被检者取右侧卧位且加服 200 ml 冰生理盐水或糖水。这样可加快钡剂在小肠内的通过速度，从而达到缩短检查时间的目的。缺点是影响功能的观察，有时可引起小肠痉挛。

2）检查顺序和手法：小肠较长，容易遗漏，在检查中应根据各组小肠分布的位置，按一定的顺序逐一仔细透视观察，一般可按先左上腹、左中腹、右上腹、右中腹，继而检查下腹部和盆腔小肠，最后检查回盲部等顺序进行。检查中应缩小照射野，不断用手推移并按压肠管，观察各段小肠的黏膜、轮廓及其分布情况和移动性；同时应注意小肠的动力和排空时间。进行小肠检查时，均需在仰卧位下进行，左上腹的小肠可让被检者在做深呼吸过程中，在小肠上下移动的瞬间按压；对盆腔的小肠可采取头低足高位按压使之上移；对回盲部的检查应取斜位，并用手指加压，使末端回肠和盲肠、升结肠分开。被检者俯卧位时，小肠散开有利于对小肠的观察。

（4）摄影技术：小肠造影在检查过程中疑有病变，应随时采集局部图像，最后采集全腹部图像。

2. 小肠双重对比造影（double contrast radiography of small intestine） 是利用插入十二指肠内的导管，直接将大量的硫酸钡混悬液和空气连续注入，可使小肠充分扩张，蠕动减弱或消失，因而有利于小肠器质性病变的检查，但不适宜观察小肠功能性改变。

【适应证】小肠肿瘤的诊断；临床怀疑小肠梗阻型病变、出血性病变、炎性病变（结核性和局限性肠炎）以及梅克尔憩室等。

【禁忌证】胃肠道穿孔、急性胃出血、小肠坏死和十二指肠活动性溃疡。

【造影技术】

（1）术前准备：同小肠常规造影检查，并准备十二指肠导管。

（2）对比剂：双重对比造影用硫酸钡混悬液，其浓度为 60%~120%，用量 800~1 000 ml。

（3）操作步骤：被检者取坐位或斜立位，将带金属头的十二指肠导管由鼻孔插入，缓慢送入胃内，再取仰卧右前斜位，在透视下用手法和变换体位将导管送入到十二指肠，并使导管头到达十二指肠空肠曲，用胶布将导管固定于上唇。将硫酸钡混悬液加温至 37℃，用灌肠桶在透视下缓慢灌注钡剂，速度以每分钟 100 ml 为宜，通常在 5~10 分钟内给予 400~1 000 ml，当钡首到达回肠末端时即停止注钡；然后用气囊缓慢注气，并随时询问被检者的感觉，注气

量根据小肠肠曲充盈情况以及被检者耐受程度而定，一般约需 800 ml 左右。在灌钡注气过程中，应严密观察钡首、气头在小肠中的走行、充盈以及肠管蠕动、扩张度和黏膜皱襞的情况；还要不断推压互相重叠的肠曲，使其显示清楚，有利于发现较小的病灶。特别要注意有无黏膜破坏、肠壁僵硬、管腔狭窄、龛影、充盈缺损、粘连和异常通道等。回盲部是疾病的好发部位，更要仔细观察。

（4）摄影技术：发现可疑病变，随时采集图像。并可根据检查的需要，分别采集充盈相、注气后的双重对比相，最后采集全腹部图像。

（四）结肠造影

1. 结肠钡灌肠造影（barium enema radiography of colon）　是利用稀钡自直肠逆行灌入结肠，了解结肠器质性病变的检查方法。

【适应证】结肠先天性异常、结肠息肉和肿瘤、结肠慢性炎症、结肠梗阻、肠套叠的诊断和整复。

【禁忌证】结肠穿孔或坏死、急性阑尾炎、肛裂疼痛不能插管者。

【造影技术】

（1）术前准备：被检者检查前一日不吃有渣食物；检查前一日晚 8 时许，用开水冲服番泻叶 9 g，30 分钟后再冲服一次；检查前 1.5 小时用温水或生理盐水清洁灌肠。

（2）对比剂：普通钡灌肠用稀钡液或双重造影用硫酸钡，浓度为 60%~120%，用量约 800~1 000 ml。若检查结肠息肉可酌情加入 1%鞣酸。

（3）操作步骤：将稀钡液盛入灌肠桶内，且将灌肠桶接上导管和消毒肛管，肛管端涂润滑油，放出少许钡剂，观察钡剂流出通畅情况，并排除管内气体；然后将灌肠桶挂在输液架上，高度距检查床面约 1 m，对比剂的温度与体温相仿。被检者取屈膝左侧卧位，将肛管端涂上润滑油后慢慢插入直肠，深度约 10 cm（对小儿或老年人，为防小儿不合作或老年人肛门松弛、钡剂外溢，常用双腔气囊肛管）；再取仰卧位，先行胸腹部常规透视，以了解胸腹部一般情况。然后被检者取仰卧位，右侧略抬高，在透视下徐徐灌入钡剂，当钡剂通过乙状结肠进入降结肠到达脾曲时，被检者左侧稍抬高，有利于钡剂经横结肠、结肠肝曲、升结肠直达盲肠。一般当钡首到达升结肠中段即停止注钡，用体位和手法使盲肠充盈。在灌肠的全过程中，要注意钡柱前端，观察其走行有无受阻、分流及残缺狭窄处。如发现异常，即停止注钡，用手在该处按摩，观察结肠的轮廓、宽度、韧度、移动度以及有无压痛和激惹征象。对于病变的好发部位如直肠、乙状结肠、盲肠要重点检查；对于结肠的重叠部位如肝曲、脾曲要倾斜体位检查，并事先详细了解病史，确定检查的重点。

（4）摄影技术：在透视观察下如发现异常，则适时采集局部图像，当钡剂完全充盈结肠后采集全结肠充盈相（图 5-6a）；然后让被检者排钡并分段仔细检查黏膜相，并适时采集各段结肠的黏膜相（图 5-6b）。

2. 结肠低张双重对比造影（hypotonic double contrast radiography）　是应用低张药物后向结肠内灌入钡剂并注入足量的气体，使结肠肠腔充气扩张形成双重对比的检查方法。本法可明显提高结肠内细微病变的显示率，而被临床广泛应用。

【适应证】怀疑结肠息肉或肿瘤者、慢性溃疡性结肠炎或肉芽性结肠炎者、鉴别肠管局限性狭窄的性质、结肠高度过敏或肛门失禁的病人。

【禁忌证】结肠穿孔或坏死、急性溃疡性结肠炎、危重病人或虚弱病人、忌用抗胆碱药物时可改用胰高糖素。

【造影技术】

（1）术前准备：检查前三日内进食无渣、无纤维、无脂肪的食物；检查前一日下午 2、4、

学习笔记

6、10点钟各饮温开水500 ml。检查前晚8时服50%硫酸镁80 ml，若被检者多次腹泻可不再作清洁灌肠，若腹泻不多，尚应清洁灌肠；检查当日晨空腹，检查前用温开水（每次用量800~1 000 ml）进行清洁灌肠2次，排便后15分钟，再用开塞露1支，让被检者排便，1小时后进行检查。

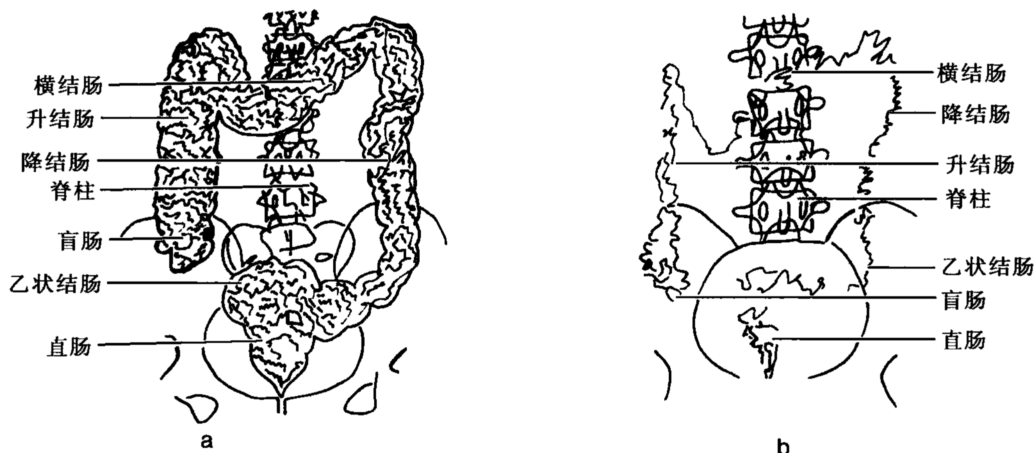


图5-6 结肠钡灌肠造影

（2）对比剂：双重对比造影用硫酸钡混悬液，浓度为60%~120%，用量取决于乙状结肠的长短，成人一般约100~250 ml。

（3）操作步骤：肌肉注射10~20 mg 654-2，接着让被检者取俯卧头低位或左侧卧位，插入带气囊的双腔导管，在透视下向结肠内注入钡剂，并根据结肠的解剖位置随时调整体位，便于钡剂流入。当钡首到达横结肠中段时，即停止注钡，换上注气囊，经导管向内注入气体，驱使钡剂向前推进至结肠肝曲、升结肠而到达盲肠。若钡头未到达盲肠，可嘱被检者深呼吸或用手按摩腹部，促使钡剂充盈全部结肠。注气量一般约800~1 000 ml，以使结肠均匀扩张（降结肠扩张约6 cm左右为度）；随即让被检者翻转体位4~5次，使钡剂均匀涂布于肠壁上，形成双重对比。

（4）摄影技术：在透视下观察双重对比造影效果，采取分段采集图像；一般在俯卧头低位（倾斜20°~30°）显示直肠、部分乙状结肠、盲肠、升结肠和降结肠的下段比较清楚；仰卧位显示横结肠和部分乙状结肠清楚；仰卧足低60°~90°位显示升结肠、降结肠上段有利；右前斜位可将结肠肝曲展开；左前斜位易将结肠脾曲展开。可根据临床要求和病变的具体情况分别采集图像，所获图像满意后终止检查。

3. 肠套叠空气灌肠整复（reduction of intussusception by air enema） 肠套叠是婴幼儿急性肠梗阻常见的原因，系一段肠管套入邻近肠腔内所至。在治疗上，采用空气灌肠压力复位法较手术效果好，简便易行，痛苦少，复位率可达90%以上。

【适应证】病人一般情况较好，如体温不超过38℃，白细胞在12.0×10^9/L以下，无明显脱水酸中毒症状者；婴幼儿肠套叠的时间对是否适宜灌肠复位起重要参考作用，一般发病在24小时以内为绝对适应证，24~48小时为一般适应证，48~72小时为谨慎适应证；临床上无腹膜炎、肠穿孔、肠坏死征象者。

【禁忌证】超出适应证范围者，成人肠套叠大多继发于肿瘤，应以手术治疗为宜。

【复位技术】

（1）术前准备：整复前一般须作清洁灌肠，清除肠内容物，以免混淆诊断。皮下注射5~10 mg 654-2，以达到解痉和止痛的作用，提高整复率。复位工具采用自动控制压力的结肠注气机，或用特制双腔气囊肛管，用三通管分别连接注气球、血压表和双腔管即可。

（2）对比剂：空气。

（3）操作技术：先行胸腹部透视，了解有无胸部疾患，仔细观察肠管积气的程度和部位以便与即将注入的气体鉴别。由肛门插入带气囊的双腔导管，向气囊内注入 20~30 ml 气体，堵塞肛门，以免对比剂外溢并保证足够的压力，随即夹住该气囊导管；将另一管接自动控制压力的结肠注气机，或接自制的带有血压计的注气囊。在透视观察下向肠腔内注气，密切注意观察气柱的前端。正常可见气体在肠腔内顺利前进直达盲肠，部分气体并可进入小肠。当有肠套叠时，可见前进的气柱受阻，部分气体进入套鞘内。套入部周围为气体所包绕，形成鲜明的类圆形软组织块影，但亦可表现为葫芦状、哑铃状、钳状或环状块影。当确定肠套叠后可采集图像，随即进行注气复位。注气的压力一般保持在 40~60 mmHg 即可达到整复的目的。套叠较紧者，可增加至 90 mmHg。个别早期病人还可酌情增加，但不可超过 120 mmHg。在整复过程中，随着注气压力的增加，可见肿块影沿肠腔走行方向回缩，位置不断移动。当套叠退缩一段，又停止不退时，不可无限加大压力，可用间断注气法，并辅以手法按摩，间断的时间约 15~20 分钟。当套叠回缩到盲肠，由于在此部位套得最紧，抚慰困难，此时应反复间断注气，适当加大注气的压力，并对准肿物轻柔按摩，反复进行多次，常可整复。

（4）复位标准：可见气体大量进入小肠，回盲部肿块影消失，患儿症状消失，腹部柔软，安静入睡，血便消失，患儿复位后应留置观察。

【注意事项】在肠套叠注气复位中，应随时观察患儿精神状态和压力表的指针数字，切忌急速加大注气压力；注意肠管在充气高压下的穿孔征象，如突然感到腹部亮度增高，压力表指针下降或突然感到注气囊压力减小等；检查应尽量缩小照射野，减少照射量，同时用 2 mm 铅板盖住会阴部，给患儿以必要的防护措施。

（五）快速全胃肠道钡餐造影

快速全胃肠道钡餐造影（rapid bariun meal radiography of gastrointestinal）检查需时较长，为了缩短检查时间，可口服或肌肉注射胃肠道促排药，以增强胃肠道的蠕动，加快钡剂在胃肠道内通过的速度，短时间内进行全部胃肠道的检查。

【适应证】胃肠道器质性病变，如肠粘连、不完全性肠梗阻或慢性阑尾炎等；重点怀疑小肠器质性病变者；单纯结肠的器质性病变者。

【禁忌证】胃肠道穿孔、急性胃及十二指肠活动性溃疡、哮喘、甲亢、贫血性心脏病、妊娠后期和虹膜炎者。

【造影技术】

（1）术前准备：空腹，禁食 6~12 小时；对重点检查小肠或结肠者，应于检查前一天晚，用开水冲服番泻叶 9 g；检查前 1 小时作温水清洁灌肠；清洁肠道可加速小肠的排空，有利于结肠的充盈。

（2）常用促排药物：新斯的明 0.5~1.0 mg 皮下注射，对急腹症、哮喘、甲状腺功能亢进、贫血性心脏病、妊娠后期和虹膜炎者忌用。胃复安 20~40 mg，山梨醇或 20%甘露醇 100 ml。

（3）操作步骤：①用药时间：新斯的明在胃、十二指肠钡餐检查结束后即用；山梨醇或甘露醇在胃、十二指肠钡餐检查结束后再加服钡醇液 300 ml（50%稀钡 200 ml 与 20%甘露醇或山梨醇 100 ml 混合），胃复安在胃、十二指肠钡餐检查结束后 30 分钟服用效果好；②用药后检查时间：在使用胃肠道促排药后，应缩短检查时间，如重点检查小肠，应每隔 30 分钟检查一次，如重点检查结肠，则每隔 1 小时检查一次；③用药后效果：一般口服钡餐后 3~5 小时钡首到达盲肠，6~9 小时小肠全排空，6~8 小时到达肝曲，8~12 小时到达脾曲，15~20 小时到达降结肠，24 小时以后到达乙状结肠或直肠。一次全胃肠道检查需 24 小时以上，而且小肠

充钡不连贯，结肠钡剂又常与粪便混合，显影不好。在应用新斯的明后1小时，75%的钡首可达盲肠。应用甘露醇或山梨醇4小时，80%以上检查完结肠。应用胃复安3小时，80%以上钡首可达乙状结肠。因此。几乎全胃肠道大部分在上午即可检查完。一般用药后小肠充盈比较连贯，便于检查；结肠因清洁肠道，所以其轮廓、袋影及排便后的黏膜相较清晰，有利于器质性病变的诊断。

二、排粪造影

排粪造影（Defecography）是当受检者“排粪”时，对其肛管直肠部作动、静态相结合偏重于功能的检查，能显示肛管直肠部的器质性病变和功能性异常；因其只有在作排粪动作时才能显示功能性异常，故称排粪造影。排粪造影是一种比传统钡灌肠、临床指检、内窥镜检查更敏感可靠的检查方法，能为临床诊治便秘等肛肠疾病提供可靠依据。

（一）排粪造影的概述

国外60年代Phillips和Broden将排粪造影用于小儿巨结肠和直肠脱垂的研究。70年代后期逐步应用于临床。1988年11位外科和放射科学者在英国召开了直肠造影（Proctography）研讨会，对排粪造影的造影技术与方法、正常标准、X线征象异常与疾病的关系、治疗、造影与病理生理学等问题进行探讨，但由于造影剂、造影用坐便桶的密度、砖雕、升降和测量标志、测量工具等问题均未能很好解决，且影像质量欠佳、标志不清，而影响诊断，故未能深入研究。第二军医大学附属长海医院于1985年在国内率先开展排粪造影临床应用的研究，并于1990年10月完成了排粪造影装置和测量尺的制作，并初步总结出：①中国人的有关正常参考值和一些异常的诊断标准；②直肠前突、盆底痉挛综合征和直肠内套叠的分度；③两个X线征象：鹅征、搁架征；④耻骨直肠肌肥厚症和骶直分离的排粪造影诊断；⑤排粪造影在直肠癌根治术臀大肌成形性或括约肌成形术术后的控便、排便功能判断、肛瘘以及骶尾部会阴部外伤、手术后、产伤所致便秘的检查和诊断。1990年10月由中华医学杂志社编辑委员会在北京顺义组织召开了“全国便秘诊治标准研讨会”，并制定了《便秘诊治暂行标准》，为国内开展排粪造影的临床应用和研究起着重要的推动作用。

（二）排粪造影的检查方法

【造影前准备】①于检查前日午后2、4、8时分别用番泻叶6~9 g开水冲服以清除积便；②检查前2~3小时口服钡剂以显示小肠。

【造影剂】含黏附剂CMC的140%硫酸钡混悬液400 ml。

【检查用设备】

（1）坐桶：国内多采用DS-I型（defecography set-I type）装置。坐桶采用玻璃钢加钙和铁皮制成上口适应臀形的异型便桶，其后部中线壁内垂直矢状嵌装暗比例尺；坐桶底座用可升降的油压装置制成，能适应身高140~190 cm者检查用，采集图像时其能依照需要旋转任意角度投照，受检者臀部勿须离开坐桶。

（2）X线机的要求：对排粪造影用X线机的要求：X线管焦点0.6~1.2 mm。管电压为90~115 kV。采用数字胃肠机透视下动态观察受检者的过程，并实时采集图像。

【操作步骤】用140%硫酸钡混悬液约300~400 ml先行钡剂灌肠，一般灌至降结肠即可。如需同时检查大肠，则先检查大肠，然后在行排粪造影。拔肛管时留少许钡剂以显示肛管。

受检者坐于排粪桶上，调整排粪桶高度使左右股骨重合，显示耻骨联合；即在躯干与下肢（大腿）成钝角的情况下，分别采集静坐（rest）、提肛（lifting；Lift，肛门紧闭上提）、力排（defecation；Def，用力排粪，肛门大开）时的直肠侧位相。力排包括开始用力时（初排）

充盈像和最大用力时的黏膜相。

【注意事项】①检查前向受检者解释排粪造影的目的、方法和动作要求，以取得受检者的充分理解和配合，检查中操作要细致，观察仔细，以采集优质图像，否则，会出现假阴性结果。同时还需尊重受检者的排粪习惯姿势；②采集直肠侧位图像时要包括耻骨联合、骶尾椎和肛门；③需采集直肠正位图像，以显示直肠的情况以及其与小肠、乙状结肠的关系。

（三）测量数值

1. **肛直角**（anorectal angle, ARA）　肛管轴线与直肠轴线（或画平行于直肠壶腹部远端后缘，末端在耻骨直肠肌压迹处的平行线作为轴线）的夹角。主要反映盆底肌群（耻骨直肠肌）的活动情况。提肛时 ARA 变小，力排时增大。

2. **耻尾线**（pubococcygeal line, PCL）　耻骨联合下缘至尾骨尖的连线，它基本上相当于盆底的解剖位置。肛管上部即肛管直肠结合部，正常平静时刚好位于耻尾线下缘 1 cm 左右。

3. **肛上距**（DUAC）　肛管上部中点至耻尾线的垂直距离。该点在耻尾线上为负值，以下为正值。国人正常值为≤30 mm，经产妇放宽至 35 mm。超过即为会阴下降。

4. **乙耻距**（DSPC）**和小耻距**　乙耻距为充钡的乙状结肠的下缘至耻尾线的垂直距离；小耻距为充钡的小肠最下曲的下缘至耻尾线的垂直距离。同肛上距一样也是上负下正，正常力排时为负值，否则即为内脏下垂。

5. **肛管长度**　肛管上部中点至肛门的距离，正常值 37 mm ± 6 mm。

6. **骶直间距**　充钡的直肠后缘与骶骨前缘的距离，分别测量骶 2、3、4，骶尾关节和尾骨尖五个位置，正常情况下骶直间距 < 10 mm，如 > 20 mm 考虑为异常，但应全面结合来确定其临床意义，如均匀增宽，则无甚重要性。

7. **骶尾骨曲率**　分别作第 1 骶椎至第 5 骶椎间和第 1 骶椎至尾骨尖的连线，然后分别在骶骨曲度距各线最高处作一垂线，其各自的长度即为其曲率；正常骶骨曲率为 18 mm，尾骨曲率为 34 mm 左右。

（四）排粪造影正常所见

排出顺畅，往往在 10 秒左右大部分钡剂排出，所采集的图像观察力排与静坐的比较，肛直角加大，应 > 90°；肛上距增大，但不应 > 30 mm（经产妇不 > 35 mm）；肛管开大，直肠大部或近于排空，显示粗细均匀约为 1~2 mm 的黏膜皱襞，耻骨直肠肌压迹消失，乙（小）耻距增大，但仍为负值。

三、胆系造影

口服胆系造影是口服对比剂在肠道吸收后，经肝脏排泄至胆系使其显影的一种检查方法；此法简单安全，能较好地观察胆囊的形态和功能。静脉胆系造影是将对比剂注入静脉后经肝脏排泄至胆系内，同时显示胆管和胆囊的一种检查方法；本法操作简便，安全可靠，有较高的诊断价值。近年来，由于 B 型超声、MR 胰胆管水成像广泛应用于临床，口服和静脉胆系造影已较少应用，在此不再累述，仅重点介绍内窥镜逆行性胰胆管造影、经皮肝穿刺胆管造影和术后经引流管胆管造影等。

（一）内窥镜逆行性胰胆管造影

内窥镜进行性胰胆管造影（endoscopic retrograde cholangiopancreaography，ERCP）是内窥镜检查的一部分，系用带有侧视镜头的纤维十二指肠内窥镜，将带金属头的尼龙导管送入 Vater 壶腹内，经导管注入对比剂使胰胆管逆行显影。对胆管狭窄和 Oddi 括约肌狭窄症等有

学习笔记

较大的诊断价值，亦可用于胆管肠道吻合术后的检查。在口服和静脉造影失败而病人肝功能障碍和黄疸严重时，采用本法危险性小，效果较为满意。

【适应证】原因不明的长期反复发作的梗阻性黄疸者，疑有胆管结石者、胆囊切除术后综合征，疑有肝脏、胆管或胰腺恶性肿瘤、X线或内镜发现胃和十二指肠外有压迫征象者。

【禁忌证】急性胆管感染、急性胰腺炎、病毒性肝炎（特别是肝炎表面抗原阳性者）、胰腺假性囊肿、碘过敏、内镜检查禁忌者、全身状况差，并有严重心血管疾病者。

【造影技术】

（1）术前准备：做碘过敏试验，行白细胞计数及血清（或尿）淀粉酶测定。检查前一日晚餐后禁食；检查前30分钟皮下注射阿托品0.5 mg，安定5~10 mg。口服去泡剂如硅油3~5 ml，并作咽喉部局部麻醉。

（2）对比剂：60%泛影葡胺，胆总管造影需20~30 ml，主胰管造影需2~3 ml，主胰管分支需4~5 ml，主胰管分支和细小分支加腺泡造影需7~10 ml。

（3）操作步骤：被检者取左侧卧位，将内镜插入食管，并缓慢经胃送入十二指肠降段，旋转镜身90°~120°，寻找乳头；乳头一般位于约80 cm深度，大多位于十二指肠中部后侧壁上，呈淡红色椭圆形隆起突入肠腔。如胆管和胰管共同开口于一个乳头上，胆管开口亦高于胰管乳头开口；如两管分别开口于各自的乳头上，一般胆管乳头亦高于胰管乳头。自乳头开口插入尼龙导管，自下向上时胆管显影；正面垂直插入易使胰管显影。导管深度不宜超过10 cm，过深往往仅一个管道显影，过浅则易于脱出。导管插入后抵抗感消失，在导管尾端连接20 ml注射器，在透视观察下缓慢注入经加温的对比剂，注射时需注意控制注射速度、压力和剂量，速度以每分钟1 ml为宜，胆管造影可稍快。通常先做胰管造影，后做胆管造影，两者可同时显影，或仅见其中之一管显影。胆管充盈后取头低足高位，使上段胆管和左右肝管充盈；观察胆总管下段可取仰卧位或立位，充盈胰管可先取左侧卧位，然后改为俯卧位及仰卧位。注入对比剂2 ml可使全部胰管显影，并须立即采集图像；对比剂在胰管内停留1~2分钟即自行排出，若注射对比剂略感有阻力，可稍加压注入0.5 ml时胰管分支显影。对比剂不宜注入过多，以免胰腺显影，与胰管重叠而模糊不清，且容易引起造影后胰腺炎。

（4）摄影技术：透视下认为充盈满意，一旦胆总管或胰管显示良好，即可多轴位采集图像；待观察充盈像满意后即抽出内窥镜，再采集图像，进一步观察与内窥镜重叠的部分。如怀疑梗阻，应采集内窥镜抽出后30分钟和60分钟的图像，观察对比剂的排空。如主胰管30分钟未排空，30至60分钟胆总管未排空，则提示可能有梗阻。

（5）图像显示：正常胰管行走在第12胸椎至第1腰椎水平，主胰管总长约20 cm，从头到尾部由粗变细，其上下均有分支，边缘光滑整齐，密度均匀。副胰管显影者，位于主胰管开口之上方。

【并发症】发生率为3%，常见的并发症为胰管过分充盈所致，如胆管炎、出血性胰腺炎；乳头及胆管损伤和败血症等。造影操作时动作须轻柔，造影结束后注入适量青霉素、链霉素后再拔管，可防止并发症的发生。

【术后处理及注意事项】①警惕医源性胰腺炎：术后4~6小时及次日空腹检查血清淀粉酶，如超过200单位，并伴有腹痛和发热者，应按急性胰腺炎处理，若仅有淀粉酶升高，应每天复查淀粉酶追踪至恢复正常为止；②术后低脂半流质饮食2~3天；③造影后给予抗生素3天预防感染；④注意有无因插管所致的外伤、出血、咽部血肿、穿孔和吸入性肺炎。

（二）经皮肝穿刺胆管造影

皮肝穿刺胆管造影（percutaneous transhepatic cholangiography, PTC）自1937年应用以来，

由于并发症发生率较高，始终未能广泛应用。穿刺造影的成功率取决于肝胆管的扩张程度，肝胆管愈粗造影愈易成功。1962 年以后，应用 X 线电视装置进行 PTC，并对穿刺手法进行改进，即使肝内胆管无扩张也能获得成功，并降低了并发症。本造影法的优点是：①操作方法及使用器械简单，技术易于掌握；②消毒彻底，对乙型肝炎不易发生交叉感染，也不会发生逆行感染；③穿刺成功率高，有胆管扩张者，造影一般都能成功；④可同时进行胆管减压引流术。其缺点：①对肝脏有一定的损伤性；②可有内出血和胆汁性腹膜炎之并发症；③不能观察乳头和活检；④术者双手及前臂较长时间暴露于 X 线下，远远超过规定剂量。PTC 和 ERCP 对诊断阻塞性黄疸，具有同等的诊断价值。PTC 在显示肝内胆汁淤滞的胆管较好，而 ERCP 显示肝外胆汁淤滞的胆管较佳。若二者结合起来，则可以互相补偿，诊断价值更高。超声检查显示胆管扩张的病人，用 PTC 检查优于 ERCP，而未显示扩张 ERCP 检查优于 PTC 。

【适应证】黄疸的鉴别诊断、肝内胆管结石、胆管肿瘤、损伤引起的胆管狭窄或梗阻、节段性硬化性胆管炎、先天性胆管系统畸形；胆红素过高，不适合口服或静脉胆管造影者；经 ERCP 不成功者；外科手术前胆管减压。

【禁忌证】年龄较大，全身情况较弱，不能耐受手术者；凝血机制障碍有出血倾向者；碘过敏者；急性梗阻性化脓性胆管炎。

【造影技术】

（1）术前准备：碘过敏试验，并化验血型；测定凝血酶原时间、出凝血时间和血小板；若不正常，应纠正后再造影。造影前 8 小时禁食并做清洁灌肠，术前 1 小时插人十二指肠引流管。造影前 30 分钟肌肉注射杜冷丁 50 mg、阿托品 0.5~1 mg。静脉注射 5%~10%葡萄糖液 500 ml、维生素 K 10 mg 和 10%葡萄糖酸钙 10 ml，确保在穿刺时静脉输液通道通畅，以备急用。测量血压和脉搏。造影前先透视腹部，观察肝区有无充气的肠管，以免穿刺时误伤。

（2）对比剂：35%有机碘溶液 20~30 ml。

（3）操作步骤：造影方法有肋间穿刺法、腹部穿刺法和腹膜外穿刺法。一般常用肋间穿刺法，具体方法是：被检者仰卧于摄影床上，以卡尺测量胸廓厚度，若胸骨柄距床面距离超过19.5 cm，穿刺点应选择在距摄影床面 11.5 cm 的水平；若距离小于 19.5 cm，则穿刺点选在距离摄影床面 10.5 cm 的水平。穿刺点相当于第 7 或第 8 肋间，并做好标记。常规消毒后，以 1%普鲁卡因在穿刺点做局部麻醉，用 8~15 cm 带针芯的 20 号穿刺针，在被检者平静呼吸下，由穿刺点标记向内下对准肝门方向逐渐刺人，待穿过胸壁时令被检者屏气，在电视引导下直刺膈顶与十二指肠引流管最高点连线的中点，或刺向肋膈角下 1~2 个椎体下缘，止于椎体右侧 3~5 cm 处。此时被检者可能感觉疼痛，操作者可能会有阻力感或穿透感；在电视屏幕上可见局部有抖动现象，并密切观察有无胆汁自然流出。如有，提示刺人肝内胆管无疑；若无，须在持续抽吸下将穿刺针逐渐推人或徐徐退出，继续寻觅胆管。确认注入对比剂是否在胆管内，方法为当抽吸时若有血液流出，表明已刺人肝内门静脉系统，此时应调整进针深浅并注入少许对比剂观察；如注入动脉或静脉，影像虽如树枝，但很快即消失；如注人肝内胆管，则树枝状走行胆管影像不会立即消失；若对比剂注人肝实质内，常出现淡薄的云雾状影，且消失缓慢，应立即停止注射对比剂，以免引起不良后果。若对比剂呈浓而宽的不规则影像，且不消失，病人有痛感，则表明对比剂可能注入肝门的结缔组织内，切勿过多注药，以免影响穿刺成功后采集图像的效果。穿刺成功抽出胆汁后，立即固定穿刺针并先抽出胆汁5~10 ml。做好采集图像的准备，然后缓慢注人 35%的泛影葡胺 20 ml，令被检者屏气后立即采集图像。对梗阻性黄疸的患者，确定刺人胆管后，应待胆汁流出 30~40 ml 之后再注入对比剂，注入对比剂的量以肝胆系统显示清晰满意为止。若系结石，为显示清楚可注人稀释的对比剂。

学习笔记

(4) 图像采集体位：先采集仰卧正位图像；由于穿刺造影多易刺入右侧肝管，为使左侧肝管显示清楚，注入对比剂后，可让被检者右膝屈曲，并略向左倾斜，使左肝内胆管充盈并采集图像。

(5) 图像显示：胆系显影清楚，对比良好；肝管为树枝状，由细至粗逐渐移行，边缘整齐，密度均匀，向上可充盈至 3~4 级肝管。胆总管为带状、较粗，位于脊柱右缘。

【并发症】多数被检者造影后有不同程度的疼痛，尤以有胆管结石者明显，一般无须特殊处理，严重者可给予止痛剂。常见的并发症有腹腔出血、胆汁性腹膜炎、胆管感染继发败血症和感染性休克。此外尚有误穿入其他脏器，如胃、十二指肠、结肠者。由于多数被检者在检查后即施行手术，故上述并发症均可减少。

【注意事项】①采集图像后即可令被检者屏气拔针，敷盖纱布用腹带加压包扎，观察血压和脉搏；②术后继续静脉点滴，绝对卧床 8 小时，并注意血压、脉搏、体温及腹部情况；③术后严密观察有无腹腔出血及其他脏器的损伤。

（三）术后经引流管胆管造影（T 型管造影）（postoperative T-tube cholangiography）

在胆管手术后，安放“T”型引流管病人的常规检查方法。可以了解手术后胆管内有无残留结石、蛔虫、胆管狭窄和 Oddi 括约肌的通畅情况，从而决定是否终止引流或再次手术。

【适应证】凡带有“T”型引流管的病人，无严重胆系感染、出血或胆汁清亮不混浊者，1~2 周内均可进行。

【禁忌证】严重的胆系感染和出血者，造影可使炎症扩散或引起再次大出血；碘过敏者，心、肾功能严重损害者，甲状腺功能亢进，胰腺炎引起病史者不宜实施该项检查。

【造影技术】

(1) 术前准备：不需特殊准备，只需抽出管内胆汁或用温生理盐水进行冲洗。

(2) 对比剂：30%胆影葡胺 20 ml，胆管扩张、胆囊未切除、Oddi 括约肌松弛或“T”型管一端插入十二指肠者，可适当增加剂量。利用空气或氧气做对比剂亦能对比显示出结石影，副作用少，但应注意注入气体和采集图像时，均应取立位或半坐位进行。

(3) 操作步骤：被检者仰卧取头低 30°位。在严格消毒下，经引流管先抽出胆汁 10 ml 与对比剂混合，使之稀释，并将胆管内空气和胆汁抽出，保持一定的负压，有利于胆管各分支的充盈。然后缓慢注入对比剂，先左侧卧位注入 10 ml，使左侧肝管分支充盈，而后转至仰卧位，在注入余下的 10 ml 并立即采集图像。造影须在透视下进行，注意观察胆管的充盈情况，以及对比剂是否进入十二指肠。冲洗胆管和注射对比剂时要防止带入气体，以免误认气泡为阴性结石。采集图像完毕，立即预览，若胆管充盈良好，15 分钟后再采集一次图像观察排空情况。注入对比剂速度不宜过快，压力不能过大，当被检者感到肝区饱胀感时，应停止注射，否则对比剂会大量流入肠道，使胆管显示不佳。

(4) 摄影技术：采集图像范围为整个胆系，取仰卧位，左侧抬高 20°~30°，避免胆总管与脊柱重叠。必要时加照斜位可清楚显示肝管各支形态。

(5) 图像显示：胆系显影清楚，对比良好；肝管为树枝状，由细至粗逐渐移行，边缘整齐，密度均匀，向上可充盈至 3~4 级肝管。胆总管为带状、较粗，位于脊柱右缘。

【注意事项】①对比剂用量不得超过 60 ml；②注射对比剂的压力不宜太大，应小于 300 mmH_2O，若压力超过 300 mmH_2O，胆汁可能出现反流进入淋巴和血液而引起感染、扩散或诱发胆管壁出血；③造影结束后应尽量将对比剂抽出。

学习笔记

第四节　其他系统造影检查

一、神经系统造影

（一）脑血管造影（cerebral angiography）：

脑血管造影是将对比剂注入颈动脉或椎动脉，使脑部血管显影的一种检查方法。主要包括颈动脉造影、椎动脉造影和选择性脑血管造影，以前者较为重要。造影配合使用 DSA 技术，可获得良好效果。

【适应证】颅内血管性病变、原因不明的脑内或蛛网膜下腔出血，颅内肿瘤术前了解血供情况，颅骨、头皮以及眼、面部病变需了解颅内外血供和除外血管性病变者。

【禁忌证】重度的血管硬化、有严重出血倾向，麻醉剂或对比剂过敏者，穿刺部位感染以及有严重心、肝、肾疾患者。

【对比剂】为了减轻造影反应，现多选用非离子型对比剂，如优维显和碘苯六醇等；离子型对比剂可用复方泛影葡胺、碘酞葡胺。对比剂浓度一般低于 60%，用量每次 8~10 ml，短时间内重复注射，但不宜超过六次。

【造影前准备】①做碘过敏试验；②造影前 6 小时禁食，并向病人做好解释工作；③对儿童或不能合作者，应给予镇静剂或酌情实行全身麻醉；④选择好对比剂，备好造影用器械及药品。

【造影技术】

（1）颈动脉造影术：①经皮穿刺法：被检者仰卧，肩部垫高，头后仰使颈动脉更近体表。常规消毒，于甲状软骨下缘以下，颈动脉搏动最明显处行皮内浸润麻醉；将动脉穿刺针迅速刺入，待有搏动性动脉血涌出时，插好针芯，将穿刺针放平，沿动脉走行方向轻轻将针头送入动脉腔内 1~2 cm。待采集图像的工作准备就绪后，即将对比剂 10 ml 迅速注入，并于 2 秒内注完，在注入 8 ml 时，立即采集第一张动脉期侧位图像，隔 2 秒采集第二张静脉期图像；再隔 2~4 秒采集第三张静脉窦或深静脉期图像。有病变时，根据血液循环时间的改变，采集图像的时间宜相应的提前或推后。如采集的图像满意可将针拔出，并用力压迫局部 5~10 分钟以止血。②导管法：常用的是 Seldinger 技术插入导管。以颈动脉为例：沿胸锁乳突肌前缘，以锁骨内侧上方 2 cm 处为穿刺点，先作麻醉，然后用 Seldinger 导管针，向头侧成 30°角穿刺颈总动脉。当穿刺针进入动脉，可逐渐减少针与动脉之间的角度。随即插入末端弯曲的金属导丝，再导丝进入动脉约 10 cm 后，即可取下套管针。然后将导管套在导丝外，并沿导丝将导管送入动脉中。待导管插妥后，可拔出导丝，当判断好导管位置后，即可注入对比剂并采集图像。经颈总动脉插管，可进行选择性颈内和颈外动脉造影。

（2）椎动脉造影术：方法较多，①导管法：目前一般多应用 Seldinger 技术，经股动脉插入导管进行造影；②间接注射法：系指通过穿刺肱动脉、右颈总动脉或锁骨下动脉注入对比剂，同时加压动脉远端，以阻断血流，使椎动脉充盈显影；③椎动脉直接穿刺法：系在第 5、6 颈椎横突处直接穿刺椎动脉；④全脑血管造影：利用全脑血管造影显示椎动脉。

（3）全脑血管造影术：方法较多，多采用经右肱动脉或锁骨下动脉进行造影。可使一侧颈动脉和椎–基动脉显示。对侧部分动脉虽也可同时显现，但常需行对侧颈动脉造影才能完全显示。

（4）静脉窦造影术：颈动脉造影在静脉窦期采集图像，虽也可以显示静脉窦的情况，但静脉窦造影术一般系指将对比剂直接注入上矢状窦使之显影。其方法是除婴幼儿可通过前囟

学习笔记

直接进行穿刺外，其余则需要通过颅骨钻孔才能进行穿刺造影。但静脉窦造影应首选颈动脉造影法，对显示不满意者可考虑本法造影。

【摄影技术】脑血管造影一般采集仰卧前后位和仰卧水平侧位图像，静脉窦造影采集汤氏位和仰卧水平侧位图像。

（1）仰卧前后位

1）摄影体位：被检者仰卧，下颌内收，使听眦线及矢状面均垂直摄影床面，照射野上缘超出颅顶部3cm，下缘尽量包括颈总动脉。

2）中心线：与床面垂直，经眉间射入；若被检者下颌内收困难，可将中心线向足端倾斜15°，与听眦线保持平行，经眉间上方2 cm处射入。

3）图像显示：前后位图像显示颈内动脉入颅后沿蝶骨体弯曲向上至眼眶内缘处距中线最近约1 cm，然后走向上方，分出的大脑前动脉近似水平内行，至中线处垂直向上达颅骨内板。大脑中动脉是颈内动脉的延续，近水平外行，然后转向上，再外行至颅内板处。

（2）仰卧水平侧位

1）摄影体位：被检者保持仰卧前后位的体位，枕部抬高；将竖立于被检一侧头颅一侧，上缘超出颅顶部3 cm，前、后缘分别包括额部和枕部，下缘尽量将颈总动脉包括在内。与矢状面保持平行。

2）中心线：水平投射，经外耳孔上、前各2 cm垂直射入。

3）图像显示：侧位片图像显示的颈内动脉由颈部向上，入颅后在外耳孔稍前方向前上行走至前床突急转向后，再向上分成大脑前动脉和大脑中动脉。颈内动脉颅内段的数个弯曲为虹吸部，该段向前的分支为眼动脉，分支向后行走为后交通支及脉络膜前动脉。大脑前动脉向前上行走，分出额极支，转向后上分为胼周支、胼缘支。大脑中动脉走向后上方，由前向后主要分支依次为额顶升动脉、顶后动脉、角回动脉及颞后动脉。

静脉期侧位图像大脑静脉显示清晰，浅静脉的大脑上静脉有8~12条，向上注入上矢状窦；上矢状窦为伴随颅内板行走的弧形带状影。大脑中静脉位于外侧裂处，大脑下静脉在下部注入海绵窦和横窦。深静脉的纹丘静脉走向前下方，与透明隔静脉汇合，向后行走为大脑内静脉和大脑大静脉，注入弧形的下矢状窦。

【注意事项】①造影中因血管痉挛显影不良时，应从穿刺针内注入0.25%普鲁卡因5~10 ml，然后重复注射对比剂并采集图像；②造影后可有头痛、头晕及发热，一般短期内可自行消失；③离子型对比剂可诱发癫痫，多在数分钟后自行消失，必要时给予镇静剂；④少数病人造影后又失语、精神失常、偏瘫等，应对症处理；⑤出现颈部水肿和感染者应给予局部热敷和抗炎治疗。

在上述造影方法中，如经皮穿刺颈总动脉或肱动脉造影，虽已沿用多年，但一次穿刺只能观察一侧的颈动脉或椎动脉。欲观察其他血管尚需另作穿刺，而且一次穿刺造影常将不拟观察的血管也一起显示，以致相互重叠，影响观察。目前多用经股动脉插管，可分别施行颈内、颈外或椎动脉以及这些血管分支的选择性或超选择性血管造影，不仅可显示细小的异常血管，而且可避免其他血管的相互重叠。此外，插管造影的优点还在于可避免血管外或内膜下注射；对比剂不易被血液稀释冲淡，对比度好，还可降低对比剂的浓度、减少用量；导管易于固定，不易滑脱，不受病人躁动或移动病人的限制；有利于使用压力注射器和连续采集图像，可解决X线的防护问题等。

（二）椎管造影

椎管造影是经腰椎或小脑延髓池穿刺，将对比剂注入蛛网膜下腔以诊断椎管内病变的一

种检查方法。

脊髓位于椎管内，在枕骨大孔处与延髓连接，终止于第 1 腰椎下缘或第 2 腰椎上缘处。椎管上接枕骨大孔，向下止于骶骨末端。由脊髓向外至椎骨的结构，依次为软脊膜、蛛网膜下腔、蛛网膜、硬脊膜下腔、硬脊膜和硬脊膜外腔。这些组织均与颅部相应组织相连接，硬膜外腔之外还有椎骨内膜和椎骨。蛛网膜下腔内含脑脊液，上通小脑延髓池，在颈髓段膨大，于第 2 腰椎以下为终池，内有马尾神经。终池处因无脊髓，是临床穿刺脊髓造影注射对比剂常用的部位。

【适应证】椎管内肿瘤、蛛网膜下腔粘连、椎间盘突出和黄韧带肥厚等。

【禁忌证】穿刺部位有炎症感染，急性蛛网膜下腔出血，碘过敏者。

【对比剂】目前多用伊索显，用量 10 ml，碘过敏者可用过滤空气作对比剂。

【造影前准备】①碘过敏试验；②精神紧张者使用镇静剂；③术前禁食及清除肠道粪便；④小脑延髓池穿刺者应清洁局部皮肤；⑤备好穿刺器械和药品。

【造影技术】可分上行性和下行性椎管造影。①上行性椎管造影：系指对比剂经腰椎穿刺注入，使其上行，适用于检查第 7 胸椎以下病变；②下行性椎管造影：是经小脑延髓池穿刺注入对比剂，使对比剂下行，用于检查第 7 胸椎以上的病变。造影时需根据临床病变定位来决定穿刺位置。穿刺针进入蛛网膜下腔，抽出少量脑脊液（3~5 ml）后，再徐徐注入对比剂，不可断续注射或中途抽出脑脊液后再行注射，以免对比剂分散影响诊断。在数字电视透视下根据需要调整摄影床角度，当对比剂到达病变区后即采集图像；对比剂在椎管内流动时，由于仰卧或俯卧位脊椎生理曲度的特点可导致假性梗阻，此时应变换体位，以避免脊椎生理曲度的影响。

【摄影技术】椎管造影常规采集正位和侧位图像，颈、腰段加摄 20°~25°双斜位图像，胸段摄 45°斜位图像。病变区应在透视下选择最佳体位摄取点采集图像。椎管造影侧位像，用俯卧位水平投照，有利于显示椎间盘后凸。

【图像显示】对比剂充盈在蛛网膜下腔内，正位显示为密度增高的柱状影，在柱状影中间尚可见脊髓形成的带状密度减低影。对比剂充盈到神经根鞘内时，在造影柱对应的椎间孔处可见突出的三角形致密影，侧位见柱状密度增高影位于椎体的后方。

【注意事项】①头低足高倾斜检查床时，应垫高下颌颏部使颈椎呈过伸位。避免对比剂进入颅内；②碘液脊髓造影，摄影工作应在注药后 10~15 分钟内完成，并减少转动病人次数，使对比剂维持在较高的浓度；③用碘液造影完毕，病人应保持头高 15°~20° 5~6 小时，头高卧床 24 小时。

二、五官系统造影

五官系统因缺乏天然对比需造影检查，才能达到诊断目的。由于 CT 和 MRI 在临床的广泛应用，副鼻窦的造影检查已经较少应用，在此不再累诉，本节仅介绍一下几种临床常用的造影检查。

（一）泪道造影

泪道造影是将对比剂引入泪小管、泪囊和鼻泪管内进行摄影检查的一种检查方法。

【适应证】慢性泪囊炎、泪囊瘘、泪囊、泪道先天性发育异常、泪囊良性肿瘤。

【禁忌证】局部急性炎症、恶性肿瘤等。

【对比剂】40%碘化油或碘本酯，现常用 60%的泛影葡胺。

【术前准备】术前挤压、冲洗泪囊，清除分泌物，备好造影用具及药物。

学习笔记

【造影技术】有注入法和滴入法两种；注入法常用，操作简单；滴入法多用于不能做注入法造影和有泪囊萎缩者。

（1）注入法造影：被检者取坐位或仰卧位，用0.5%丁卡因滴眼行表面麻醉后，将泪道冲洗；将弯针插入下或上泪小管，深度约0.5 cm，徐徐注入0.5~2.5 ml对比剂，见另一泪点有对比剂外溢时即停止；注射完毕，拭去外溢的对比剂即可采集图像。

（2）滴入法造影：系向眼结膜囊内滴入水溶性有机碘剂0.5 ml后5~15分钟内采集图像；正常泪囊与鼻泪管于5分钟内显影，15分钟即可排空，此法显影密度较低。

【摄影技术】泪道造影的摄影体位有后前位、侧位和斜位。具体摄影要求：

（1）后前位：被检者俯卧，被照侧内眼角置于正中，如系双侧造影，则头颅正中矢状面与探测板正中线重叠，中心线垂直投射，通过外眼角到达。

（2）侧位：位置和中心线均同眼眶侧位摄影。

（3）斜位：用于两侧同时造影，避免侧位影像左、右相互重叠。被检者俯卧，头转向一侧，矢状面与摄影床面呈45°角，鼻根部置于正中线上，X线中心线通过眶下缘达中心。图像采集应在注射对比剂后5~15分钟内完成。

【图像显示】泪小管呈弧形连接泪囊，泪囊上为盲端，下通鼻泪管，在鼻泪管内有瓣膜和皱襞。

【注意事项】为了防止注入的对比剂流入鼻腔，应在注射对比剂前用油浸棉球填塞下鼻道。

（二）腮腺造影

腮腺造影是将对比剂注入腮腺导管内使其显影的一种检查方法。

【适应证】腮腺慢性炎症，良、恶性肿瘤及瘘管；寻找腮腺肿大的原因。

【禁忌证】急性腮腺炎及碘过敏者。

【对比剂】 40%碘化油或碘本酯，现常用60%的泛影葡胺1.5~2 ml。

【术前准备】①做碘过敏试验；②采集腮腺区平片；③口服维生素C或柠檬汁，刺激唾液排出；④准备好造影器具。

【造影技术】被检者取坐位或仰卧位，按摩腮腺将分泌液挤出，消毒开口处黏膜，将弯曲成120°角的平头针与颊黏膜呈垂直方向缓缓插入导管内进针，遇到阻力时即将针头转向被检一侧口角，继续推进少许，即可徐徐注入对比剂至被检者有胀感为止。注药后拔出针头，用棉球阻塞导管口，防止对比剂外溢。将口腔内对比剂擦净，立即采集正、侧位图像。

【摄影技术】腮腺造影常规采集正、侧位图像；欲观察分泌功能，采集图像后口含枸橼酸棉球5~10分钟，漱去口腔内的对比剂后再采集腮腺侧位功能片图像，正常人5分钟后导管内对比剂应排空。

（1）腮腺后前位：此位置主要用于观察腮腺及其腺管内外移位等情况。

1）摄影体位：被检者俯卧，头颅呈标准后前位，被检一侧下颌升支对准探测板中线，下颌升支置于探测板中心。

2）中心线：经被检一侧下颌升支中点，垂直射入探测板中心。

3）图像显示：在正位图像上，腺管位于下颌升支外缘处，呈自然弯曲，腮腺导管由外上斜向内下，止于上颌第2磨牙处。

（2）腮腺侧位

1）摄影体位：将被检者头颅置于顶端低30°的角度探测板上。被检者仰卧，头侧转，被检一侧靠近，头颅矢状面与探测板平行，颏部尽量前伸，下颌骨体部下缘置于边缘内2 cm，

并相互平行，下颌骨升支后缘置于中线后 2 cm 处。

2）中心线：向背侧倾斜 5°~10°，经对侧下颌角下方 5 cm 处射入中心。

3）图像显示：腮腺侧位见导管起于上颌第 2 磨牙处，走向背侧，一方有副叶分支导管至下颌支后缘处，有较多的弧形和直线形腺管分支。

【注意事项】腮腺造影时注射对比剂压力不宜过高，否则因大量对比剂进入腺泡内，导致腺管显影不清。

（三）下颌下腺造影

下颌下腺造影是将对比剂注入下颌下腺腺管内使其显影的一种 X 线检查方法。下颌下腺造影的适应证、禁忌证、对比剂及造影前准备均与腮腺造影相同。

【造影技术】在腺管开口处局部消毒，将弯曲度为 25°的针头插入舌下阜的主导管内，稍向外后方推进，即可注射对比剂，用量为 0.5~1 ml，至局部有胀感为止；注射对比剂后拔出针头，阻塞管口，拭净口腔内对比剂，采集下颌下腺侧位图像。

【摄影技术】常规采集图像位置为下颌下腺侧位。

（1）摄影体位：被检者俯卧，头颅侧转，被检一侧靠近摄影床，矢状面与探测板平行，颏部尽量前伸，使下颌骨体部长轴与探测板长轴平行，下颌角前 2 cm 处置于探测板中心。

（2）中心线：经对侧下颌角前 2 cm 处垂直射入。

（3）图像显示：见下颌下腺导管起于下颌骨颏部后缘，主导管长约 5~7 cm，由前走向后下方，于下颌骨体部下缘有小分支分出。

三、关节造影

构成关节的关节囊、关节软骨和关节内的韧带因密度相似，缺乏天然对比，X 线平片上难以显示，必须做造影检查才能明确疾病的诊断。一般四肢大关节均可做造影检查，但临床常用者为膝关节造影，颞下颌关节造影亦较常用。由于 MRI 在临床的广泛应用，目前关节造影已较少应用。

（一）膝关节造影

【适应证】疑有十字韧带撕裂、半月板破裂和关节内游离体等病变。

【禁忌证】膝关节急性感染、新鲜骨折和关节腔内出血等。

【对比剂】常用空气、氧气和泛影葡胺。

【造影前准备】做好碘剂和麻醉药过敏试验和采集膝关节平片图像，备好关节穿刺包、膝关节分离器和药品。

【造影方法】

（1）膝关节充气造影：被检者仰卧于摄影床上，局部常规消毒和进行麻醉后，用 19 号或 20 号穿刺针经髌骨内上缘或外上缘刺入髌骨下方关节囊内，抽无回血时注入少量气体。如毫无阻力感表示穿刺部位准确，继续注气 80~120 ml。当被检者有明显胀感或术者感到推注阻力较大时，表示注气已足，用手按压穿刺处，快速将穿刺针拔出，按压针眼，以免气体外溢，然后即可进行膝关节分离和图像采集。

（2）膝关节碘液造影：穿刺方法同膝关节充气造影，针头进入关节腔后，尽量抽出腔内积液，然后将 35%有机碘液 10 ml 注入关节腔内，拔针后按压针眼，并立即活动关节，包括屈伸、旋转和牵拉等，使对比剂进入裂隙内，随即进行图像采集。

（3）膝关节双重对比造影：本法是在膝关节碘液造影的基础上再注入气体 10~20 ml，拔出穿刺针后，活动关节，即可采集图像。膝关节碘液造影和双重对比造影较单纯充气造影显

学习笔记

示病变更加清楚。

【摄影技术】

(1) 膝关节充气造影：注气后用绷带将膝关节上方扎紧，驱使髌上囊内气体进入关节腔内，包扎时自上而下达髌骨上缘为宜，然后分离关节。用关节分离器或自制的条形木板，分离内侧膝关节间隙时，将木板置于下肢外方，膝部垫以绷带卷，将股骨中段及小腿远端向木板牵拉并缚扎固定。分离外侧膝关节间隙时则将木板及绷带卷移至下肢内侧，并向内牵拉股骨和小腿。然后采集6个不同位置的图像和解除分离后的膝关节正、侧位像。

1）基本体位：被检者俯卧，下肢伸直置于探测板上，将分离侧膝关节间隙置于探测板中心，依表5-4所示采集半月板各部造影像。

表5-4 膝关节造影体位与显示部位的关系

关节分离	足尖方向	显示部位
分离膝关节内侧	足尖内旋45°	半月板前部
	足尖向上	半月板中部
	足尖外旋45°	半月板后部
分离膝关节外侧	足尖内旋45°	半月板后部
	足尖向上	半月板中部
	足尖外旋45°	半月板前部

2）中心线：对准被检一侧关节间隙的半月板垂直射入。

观察所采集的图像，如图像满意，能够满足诊断需要，可解除分离器，再采集正、侧位图像。

(2) 膝关节碘液造影：被检者俯卧于摄影床上，分离关节后，分别采集内、外侧半月板中间位、内翻位和外翻位共计6幅图像。

(3) 膝关节双重对比造影

1）采集外侧半月板：被检者侧卧于摄影床上，双腿伸直；为使气体进入摄影处，被检一侧下肢在上，将膝关节侧置于支架上，踝部放置沙袋分离膝关节间隙。中心线对准外侧半月板水平投射，分别采集外侧半月板外翻位、中间位和内翻位三张切线位图像。

2）采集内侧半月板：被检者侧卧于摄影床上，被检一侧下肢在下，将膝关节侧置于支架上，踝部放置沙袋分离膝关节间隙。中心线对准内侧半月板水平投射，分别采集内侧半月板外翻位、中间位和内翻位三张切线位图像。

【图像显示】正常半月板在各个切线位均显示为等边三角形影，底边附着在关节囊韧带上，尖端锐利，指向关节中心；交叉韧带在正位图像上呈倒置的"V"字形。关节面软骨附着在骨关节面上，为厚约0.2~0.3 cm的半透明影。

膝关节双重对比造影在关节面和半月板表面附有一层密度高的对比剂，显示出半月板和关节面软骨的厚度。

【注意事项】造影结束，应尽量将关节腔内气体抽出，1小时后即可走路；若不抽出气体，应卧床休息24小时，待大部分气体吸收后方可下床活动。

（二）颞下颌关节造影

颞下颌关节由髁状突、关节凹、关节盘和关节囊组成；关节盘的周缘附着在关节囊上，将关节囊分隔成上、下两个关节腔。颞下颌关节造影是将有机碘溶液分别注入上、下两个关节腔内而进行图像采集的一种检查方法。

【适应证】用于检查颞下颌关节紊乱综合征、关节盘和关节囊损伤等。

【禁忌证】颞下颌关节炎、碘过敏者不宜进行颞下颌关节造影。

【对比剂】20%泛影葡胺，用量约 5 ml。

【术前准备】做碘和麻醉药物过敏试验，备好穿刺包等。

【造影技术】根据颞下颌关节的解剖结构特点，造影检查分两部分进行：

(1) 下关节腔造影：于被检者患侧耳前常规消毒，局麻后。取半张口位，用针头斜度小的中号穿刺针经耳屏前部向髁状突后部方向穿刺；当针头到达髁状突后面时，轻轻转向髁状突上方向内进针少许即进入关节下腔。抽无回血即可缓慢注入对比剂 0.5~1.0 ml，至被检者有胀感为止；注药完毕拔出针头，令被检者闭口，立即采集图像。

(2) 上关节腔造影：在下关节腔造影注药 15 分钟后，对比剂被完全吸收，即可进行上关节腔造影。由原穿刺点向内上方穿刺，针头滑过髁状突达下颌关节窝内；进针遇有骨质抵抗感后回抽 1~2 mm，抽无回血即可注射对比剂 1.5 ml，注药时令被检者尽量张口，注药完毕拔出针头立即采集图像。

【摄影技术】在颞下颌关节的下关节腔和上关节腔充盈对比剂后，立即分别采集颞下颌关节张口位和闭口位的侧位像共计 4 幅。

【图像显示】颞下颌关节的关节腔呈帽状，似套在髁状突上；上关节腔呈囊形，张口位髁状突位于囊状影前部，闭口位髁状突移至后部。

【注意事项】①在造影步骤上，一般先做下关节腔造影，因下关节腔容量小，吸收较快，若下关节腔穿刺困难，可单独做上关节腔造影，一般能够满足诊断要求；②做双侧颞下颌关节造影时，一般间隔时间应在 6 天以上。

四、瘘管及窦道造影

瘘管是指连接于体外与有腔脏器之间或 2 个有腔脏器之间有 2 个以上开口的病理性管道，窦道是指只有一个开口的病理性盲管。两者均可分为先天性和后天性两大类。后天者多数来源于感染，如慢性骨髓炎和骨与关节结核等，异物和遗漏于体内的纱布条甚至引流管的碎片，亦可引起难以愈合的窦道。由于窦道或瘘管的存在，造成了深在组织或体腔与体表相通。瘘管和窦道造影（sinography and fistulography）对显示瘘管和窦道的位置、数目、走行、范围、形状与邻近器官的关系以及指导临床手术治疗具有重要意义。

【适应证】①先天性瘘管或窦道：如颈部窦道（腮瘘）、甲状舌管瘘、耳前瘘管及脐瘘等须行手术治疗者，造影有助于了解其行程和分布情况；②感染性瘘管或窦道：观察其行程、起源以及与体内感染灶的关系；了解创伤或手术后并发的窦道或瘘管与其邻近组织或器官的关系。

【禁忌证】瘘管或窦道有急性炎症者、碘过敏者。

【对比剂】常用 40%碘化油或各种有机碘水溶液。如瘘管或窦道较大者，以应用黏稠度较高的对比剂为宜；对较细的瘘管或窦道，则以黏稠度较低的对比剂为佳。用量的多少取决于腔道的大小。

【术前准备】①采集病变部位 X 线平片图像，了解有无异常；②腹部窦道造影检查前应清洁灌肠和排尿；③清除瘘管及窦道内的分泌物，便于对比剂的充盈；④应用碘剂者应做碘过敏试验；⑤备好粗细与瘘管、窦道口相应的消毒导尿管或塑料管、钝头注射针等造影用具。

【造影技术】

(1) 体位：被检者取卧位，窦口朝上，以免注入对比剂时外溢。

(2) 操作步骤：窦口及其周围皮肤常规消毒后，经窦口插入导管，管口应尽量接近病灶；对导管的选择应大小适宜，以便插入和固定。导管插好后，应以纱布及胶布将其裹紧并固定好，以免脱落或对比剂漏出。对比剂备妥后，先将装好对比剂的注射器与导管连接好，并试

学习笔记

抽其内有无气体或液体，然后以适当的压力注入对比剂，至稍有对比剂外溢为止；对比剂的注入应在透视监控下进行，以便转动被检者的体位做多轴位观察，并可了解对比剂的引入途径、分布情况以及窦道或瘘管与邻近结构的关系，是否与胸腔、腹腔、肠道或尿路器官相通。

【摄影技术】瘘管或窦道造影，一般在数字透视下选择好适当的摄影位置与角度，一般应至少采集互相垂直的两幅图像，或常规采集病变部位正、侧位图像。此外，在采集图像前应将溢于皮肤上的对比剂擦净；被对比剂污染的衣服、床单等均应全部撤除，以免混淆诊断。

【注意事项】①应尽量将瘘管或窦道全部包括在图像内，瘘管口所通的腔隙部位、窦道与体表最近距离尽可能显示出来；②碘对比剂用量较多时，术后尽量抽出或体位引流，排出对比剂。

学习笔记

第六章　特殊检查

第一节　体层摄影检查

普通X线摄影，其影像是人体该部位的多组织、多结构、多密度的重叠平面像。因此，完全可能将欲显示的结构或病变遮盖。为了解决这一问题及其将某一层面的病灶显示清楚，1921年法国的A.E.Bocage提出了体层摄影的理论，即将欲显示的不同层面的结构分别摄影在不同的照片上，从而获得不同层面结构的清晰影像。这种将欲显示层面显示清楚而使非显示层面模糊的摄影方法称为X线体层摄影或断层摄影、分层摄影；所摄照片称为体层片、断层片、分层片。1930年意大利的Vallebona最早在临床上使用了体层摄影；1951年法国的Massiot成功地制造了多轨迹体层摄影装置；1938年Kieffer首先对横断体层摄影进行几何学研究；1941年Vallebona即将此技术应用于临床。1939年我国谢志光教授首先在国内成功地自制出体层机并应用于临床；随后于20世纪50至70年代间，我国已能生产各种直线及多轨迹体层摄影机。1962年国际放射学有关组织决定以英文单词Tomography作为X线体层摄影的专用代名词。

体层摄影主要用于X线平片难以清楚显示的病灶，以明确病变内部结构有无破坏、空洞、钙化，病变边界是否锐利，病变引起的继发改变以及病变与周围的关系等。必须指出，此种体层摄影为普通体层摄影，曾经是临床上较为常用的，且是唯一能提供人体层面图像的特殊摄影技术。自20世纪70年代起出现的电子计算机X线体层摄影（X-ray computed tomography，X-CT）和20世纪80年代起使用的磁共振成像（magnetic resonance imaging，MRI）也都是人体断面像。随着X-CT技术的迅速发展以及MRI在临床上的广泛应用，传统体层摄影技术的使用逐渐减少，但一种数字合成体层成像（digital tomosynthesis）又在发展中，这为体层成像技术注入了新的生机。

一、体层摄影原理

在普通X线摄影中，要得到肢体的清晰影像，必须在曝光中使X线管、肢体和接受介质保持严格固定。有一个因素产生晃动影像即模糊。体层摄影就是利用了这一基本原理，使指定层在曝光中与X线管、接受介质保持相对静止的关系，所以能得到其清晰影像；指定层外组织与X线管、接受介质呈相对运动，故被模除。

体层摄影过程：在曝光过程中，X线管、接受介质在连杆带动下，围绕相当于人体指定层面高度的轴心作反方向匀速协调运动。这样，相对于转动轴心高度且始终与接受介质平面的那一层组织，在接受介质上的投影点始终保持相对固定、放大量始终一致，就能在介质上清晰成像。其他层面上组织的投影点不能保持固定，而被模除。这一相对协调运动称为体层运动。

二、体层成像的几个基本概念

1. **曝光角**　指体层摄影曝光期间，X线中心线以转动支点为顶点形成的夹角或曝光期间连杆摆过的角度。

学习笔记

2. 体层厚度 曝光角度固定时，离指定层越远层面上组织在成像介质上投影的移动量越大，被模除的越彻底；最后在照片上成像的是指定层附近一薄层组织的X线影像。该薄层组织的厚度即为体层厚度。其他层面上组织的影像被模除而形成均匀的背景密度。

指定层外一定距离上的组织，其影像被模除的程度与曝光角有关；曝光角越大其被模除的程度越大。即照片上清晰影像所对应的组织厚度随曝光角的增大而变薄。

3. 体层运动轨迹 曝光中X线管焦点的移动平面的投影，称为体层运动轨迹。当连杆在平面内摆动时，X线管焦点也在该平面内移动，其运动轨迹必然是一条直线；当连杆以立体角运动时，焦点运动轨迹可能是圆、椭圆、内圆摆线等。具有两种以上运动轨迹体层摄影装置称为多轨迹体层装置。

三、数字合成体层成像

（一）体层原理

是一项基于平板探测器的技术，与传统几何体层摄影原理相似。摄影时，X线管与沿检查床长轴做同步、反向的平行运动。在运动过程中，X线管受脉冲控制进行曝光，每一脉冲曝光间，平板探测器就采集一次。于是整个照射角内，平板探测器在不同位置上得到多个角度投照，约有几十次的单个投影图像数据被快速采集。然后通过计算机将这几十次投影图像数据按序叠加在一起。

无论X线管处在哪个位置照射，由于中心线倾斜的原因，造成聚焦层面上下不同高度的组以结构具有不同的投影位置。也就是说，只有位于聚焦（支点）平面上组织的投影在系列个单个采集图像的位置发生偏移。距聚焦面越远，偏移距离越大；距聚焦面越近，偏移距离越小，但同平面中的像素偏移距离相同。计算机在对各角度投影数据叠加的同时，再加上对各角度投影的像素进行位移，就重建出体层面图像。通过改变像素的位移量，就可以获得不同层面的图像。

（二）临床使用特点

（1）一次体层运动采集，可回顾性重建出任意多层面的体层图像，简化了操作步骤。

（2）可进行重力负荷下的立体体层摄影。

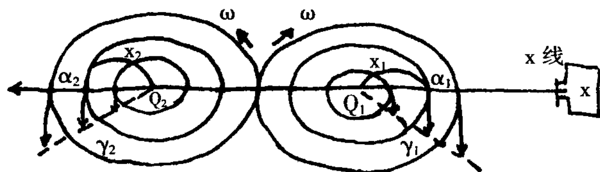


图6-1 曲面体层成像原理

（3）不产生金属伪影。

（4）辐射剂量小，用于肺癌普查，DTS的辐射剂量可从10 Cy下降到3 mGy。

（5）可在显示器上进行多层面的连续观察，即时对图像进行确认，减少重检率，缩短检查时间。

四、曲面体层成像

（一）概述

口腔曲面全景摄影又称口腔曲面体层摄影。通过一次曝光即可将全口牙齿的体层影像显示在一张图像上。不仅可以显示出全口牙齿，而且可以同时显示上颌骨、下颌骨、颞颌关节、上颌窦、鼻腔等部位。还能观察全部牙列的咬合关系，牙齿近、远、中倾斜角度，乳恒牙交替及牙根形成情况，对于下颌骨骨折、髁状突骨折、下颌多发骨折的定向以及分析上颌窦炎、囊肿、颌面部肿瘤、畸形也有一定诊断价值。

学习笔记

（二）成像原理

如图 6-1 所示，两个大小相等，分别以 Q_1、Q_2 为中心，沿箭头所示方向以相同的角速度旋转，自右方有一细 X 线束通过 Q_1、Q_2 进行放射。

自旋转圆盘的Q_1 至 γ_1 点处放置被照体，由 Q_2 到 γ_2 点处放置，则 γ_1 点、γ_2 点的速度 v 相等：

$$\text{即}\quad v=\text{角速度}(\omega)\times\text{到中心点的距离}(\gamma)=\omega\gamma$$

因为速度相等，所以位于圆弧形上被照体的各点与对应于圆弧形的上投影点相对速度等于零。因此，在 α_1 点的牙列部分能清楚地显示在 α_2 在上描述的投影点上。而 α_1 点以外的身体组织部分与的速度不同，所以成像模糊。也就是说 α_1 内侧圆的半径 γ 小、角速度也慢，α_1 点外侧圆的半径 γ 大、角速度也快，所以在上描述的投影点上投影模糊。我们将清楚显示组织结构的这一半径点内外空间范围（宽度）称为体层域，凡投影在体层域内的组织才能显示清楚。

（三）基本方式

1. **单轴方式**　这是最早使用的一种旋转体层方式，如上述原理图 6-1 所示，X 线管固定不动，与被检体以相同的角速度围绕 Q_1 和 Q_2 作相反方位旋转，获得颌面部的体层像。

此种旋转方式获得的体层域轨迹是一种圆弧曲度，而人体牙弓是抛物线状，与这种圆弧曲度不完全一致；故位于圆弧曲度上的牙齿显示清楚，圆弧曲度外的牙齿显示模糊或重叠，颈椎出现带状影与门牙重叠。具体应用中表现为门齿位于体层域外，显示模糊；磨牙牙列在体层域内斜形排列，牙齿投影相互重叠。这是单轴旋转体层投影的最大缺点。

2. **双轴放式**　利用一轴照左侧牙齿，一轴照右侧牙齿，然后剪切图像的空白处，将两侧影像合在一起组成一幅全口牙齿图像，即一幅颌面部体层图像。它解决了磨牙重叠问题，但门齿仍显示模糊。

3. **三轴连续方式**　此种方式是被检者不动，X 线管和旋转。球管旋转过程中，旋转轴心是以三轴连续变化，使体层域的圆弧曲度与抛物线状牙弓不同段的曲度相近似。以 Q_2 为旋转轴心时的圆弧度做前牙的体层摄影，以 Q_1、Q_3 为旋转轴心做两侧磨牙的体层摄影。达到了体层运动轨迹与牙齿抛物线状相似。

以 Q_2 为圆心的 1/3 圆周，可清楚地显示出门齿区，而 Q_1、Q_3 则各自的一部分圆弧可显示出对侧的外耳孔周边、颌面部、颞颌关节、下颌支和磨牙区；并可使颈椎影像分离，获得一幅从下颌支、颞颌关节至颞后部整个区域的口腔全齿图像。

目前，口腔曲面体层摄影都采用连续旋转的方式，被检者固定不动，X 线管开始旋转时即进行曝光。在共同旋转的同时，也作相应的自转（或平移）。因为是在转动中成像，故对设备运动速度的稳定性和同步性要求很高。

（四）摄影技术

不同型号的曲面体层机，它们的体层运动轨迹和体层域虽不完全相同，但都是以人体颌面的解剖特征来设计的。从人体解剖分析，前牙约 4 mm 厚、磨牙约 6 mm 厚、上下垂直幅度为 150 mm。因此。受检者摆体位时，必须与机器的体层域相符。

标准人体将颏托调至 0 位，牙齿恰好位于体层域，遇特异体形可作前后调整。颏部至牙齿的距离，标准人体约为 6 mm。颏托与颏托刻度关系：刻度为 0 时，体层域的门齿位置在颏托内 6 mm，宽为 4 mm。

1. **上下颌全口牙位曲面体层**　最为常用。摄影时，被检者立位或坐位，颈椎垂直或向前倾斜，下颌骨颏部置于颏托正中，用前切牙缘咬在颌板槽内，头颅矢状面与地面垂直，听眶

学习笔记

线与听鼻线夹角的平分线与地面平行。用额托或头夹将头固定。用127 mm×178 mm固定于片架上。X线管向头侧倾斜5°~7°。层面选择：颏托标尺零位或前移5 mm。

图像显示：眼眶、上颌窦、鼻腔、外耳孔、上颌牙、下颌牙、下颌支显示清晰。

2. 下颌骨位曲面体层 被检者下颌颏部置于颏托正中，上下切齿牙缘咬在颌板槽内，听鼻线与地面平行，头颅矢状面与地面垂直；尺寸、准备以及X线管倾斜角度与上下颌全口牙位曲面体层摄影相同。层面选择：颏托标尺向前移10 mm。

图像显示：下颌孔、下颌管、颏棘部显示清晰。

3. 上颌骨位曲面体层 被检者颏部置于颏托上。听眶线与地面平行，头颅矢状面与地面垂直；尺寸、准备以及X线管倾斜角度与上下颌全口牙位曲面体层摄影相同。层面选择：颏托标尺向前移10~15 mm。

图像显示：上颌牙区清楚显示，下颌细微显示较差，筛窦蜂窝、鼻中隔以及下鼻甲显示清楚。

4. 颞颌关节曲面体层 被检者颏部置于颏托上，头颅矢状面对准颏托中心，听鼻线垂直于头夹基准线。层面选择：如为观察两侧颞下颌关节，将颏托向外墙前移10 mm；如重点观察一侧关节结构，则可将颏托向健侧移动10 mm。

图像显示：颞下颌关节、下颌小头、髁状突显示清楚。

5. 变异牙齿的摄影 如遇上下牙齿不能对齐者，可让被检者咬一软质优射线平板，则可将前牙对齐。

(五) 注意事项

(1) 体层幅度随不同的机器略有不同。此外，根据对大多数人体解剖分析，切齿和尖牙前后径约为4 mm、磨牙约为6 mm，上、下垂直幅度约为150 mm。

(2) 被检者体位必须与该机的体层域相符，下颌应始终置于颏托的正中，矢状面与水平面垂直

(3) 应事先给被检者解释坚持不动，以求取得最佳的配合，获得最好的检查效果。

第二节 眼异物X线检查

一、眼异物X线检查的临床意义

(一) 眼异物的病因学概况

1. 眼异物的分类 眼异物在临床上比较多见，分类方法亦较多。

(1) 眼异物按理化性质分类：可分为金属性异物和非金属性异物：①金属性异物：金属性异物中30%的为磁性金属，70%为非磁性金属；②非金属异物：包括玻璃、石头、木质、塑料和纤毛等。

(2) 眼异物按X线的透过率分类：①透过性异物：如木质、泥沙、塑料等非金属异物；②半透过性异物：如铝等轻金属、一些含有金属成分的矿石或玻璃等物；③非透过性异物：如钢、铁、铜等重金属物质。X线检查能发现半透过性和非透过性异物。

2. 眼异物的致伤部位 根据异物进入眼眶内停留的解剖及致伤部位，可将眼异物伤分为眼（球）内异物、眼（球）边缘异物、球外眶内异物、眶周及复合异物。资料表明，异物进入眼的部位：以角膜最多，约占41%~50%，巩膜占25%~37%。单发异物约占75%~90%，多发者约占10%~25%。异物的位置：50%~60%位于玻璃体内，10%~25%位于前房，8%位于晶状体，30%嵌入眼壁，2%位于眼外。

（二）眼异物X线检查的临床意义

眼异物X线检查是发现和确定异物在眼内位置的一种重要检查方法，简便可靠，是临床诊断和治疗的重要依据。眼异物X线检查的方法可分为：

（1）平片检查：可以发现异物的有无，并初步观察异物的大小、形状、密度、数目和大致部位，为进一步检查提供依据。

（2）异物的定位检查：通过定位摄影可获得定位图像，根据定位图像和测量出异物在眼内的确切位置，为临床摘除异物提供重要依据。

由于眼X线异物检查不受眼屈光介质混浊的影响，而且定位准确可靠，故一直在临床上广泛应用，且成为眼异物影像学检查的基本方法之一。必须指出，眼异物定位的X线检查应针对不同情况的患者，选用适宜的定位方法或者配合使用几种定位方法。同时在医学影像学迅速发展的今天，也应充分利用CT和超声等检查手段，以预期得到准确的效果。即对异物位于球内或球外、异物在球内的方位和深度做出诊断。尤其需要强调的是，MRI的异物检查必须首先确认其为非磁性异物。

二、眼异物平片检查

（一）眼眶正侧位检查

眼眶正侧位主要用于观察眼眶内有无不透X线异物的存留及其大体位置。

1. 眼眶正位

【摄影体位】被检者取坐位或俯卧位，头颅矢状面与摄影床或探测板垂直，头后仰，鼻尖部及下颌颏部靠，听眶线与呈67°角，双眼直视。

【中心线】经被检一侧眼眶正中垂直射入。

2. 眼眶侧位

【摄影体位】被检者侧卧于摄影台上，检查眼眶侧壁靠探测板，头颅矢状面与探测板平行，水平面与探测板垂直，两眼外眦连线对准探测板中线，两眼直视前方。

【中心线】经被检一侧眼眼球角膜缘平面垂直射入探测板。

（二）薄骨法正侧位检查

眼眶正侧位检查，为眼内异物检查的常规位置，但对于细小异物或密度低的异物，在正位和侧位像上往往因为与顶骨、枕骨和眶壁相重叠而被遮盖，难以清晰显示。特别是眼球赤道部之后的异物，则需要采用一些特殊的摄影位置，其中最应优先选择的方法就是薄骨位法。

1. 薄骨正位

【摄影体位】被检者俯卧于摄影床上，头颅先呈前后正位姿势，然后矢状面向健侧倾斜45°角，眼球内旋45°角，使角膜缘平面与探测板平行。焦–板距为眼球至探测板距离的10倍。

【中心线】通过眼球轴（瞳孔中心）垂直射入探测板。

2. 薄骨侧位

【摄影体位】被检者俯卧于摄影床上，头颅先呈前后正位姿势，然后矢状面向健侧倾斜45°角，被检一侧眼球外旋45°角，使角膜缘平面与探测板平行。焦–板距为眼球至距离的10倍。

【中心线】经被检一侧眼角膜缘平面垂直射入探测板。

图像显示同薄骨正位，仅眼球软组织影像呈侧位。

（三）切线法无骨像摄影

【摄影体位】被检者仰卧，头颅矢状面向被检一侧倾斜，使眼球最大限度地突出于眶外缘之外。探测板置于后头部。

学习笔记

【中心线】 经被检一侧眼内眦垂直射入探测板中心。

图像显示出眼眶外侧骨质的浅淡轮廓，被检一侧眼球的前 2/3 部位于眼眶外侧清晰显示，上下眼睑、眼球等层次分明。

三、眼异物的 X 线定位

眼异物 X 线定位检查始于 1896 年，一位德国医生借助 X 线定位，从一个眼外伤儿童的玻璃体内取出一小块铜片。目前，眼异物的 X 线定位方法很多，大体分为如下几种：

1. 直接定位法

（1）角膜缘环形标记定位法。

（2）巴尔金定位法、吸附接触镜定位等。

（3）手持定位环定位法。

2. 几何学定位法

（1）斯威特定位法。

（2）三角函数计算定位法。

3. 生理定位法 目前，临床上应用最多的是“巴尔金定位法”、“角膜缘环形标记定位法”、“生理定位法”等。随着眼异物医学影像学检查手段的不断发展，CT、MRI、超声检查等手段引入眼异物的定位检查，其具体方法参见相关参考书籍。本节仅以巴尔金定位法为代表叙述眼异物定位的摄影技术。

四、巴尔金定位法

巴尔金定位法属于直接定位法。所谓的直接定位法是指在左右角膜缘金属标记的定位图像上直接测定异物在眼球内方位的定位方法。巴尔金定位法是在临床检查或眼眶平片摄影确认异物存在后，进一步确定异物的方位、深度，为异物的手术摘除提供依据。

（一）巴尔金环

巴尔金定位法需要一个特制的薄铝定位器，称为巴尔金环。

巴尔金环有三种不同的曲度半径，以适应眼球的不同曲度。巴尔金环的内孔径为 11 mm，约与角膜直径相等；距巴尔金环内缘 0.5 mm 处有 4 个铅点作为定位标志，对向铅点连线垂直交叉于圆心。定位前应根据患者眼球的大小选用合适的曲度半径定位环。定位环放置前，应对定位环及双眼局部清洁、消毒，以免造成眼部感染及眼外异物影像重叠误诊。检查时应先给予眼局部麻醉。被消毒的巴尔金环应由眼科医生或护士在摄影现场将巴尔金环口放在患侧眼球表面。

（二）巴尔金环的调整

巴尔金环的调整是巴尔金定位法准确度的关键环节之一，不同摄影位置的调整方法如下：

（1）眼眶正位（鼻颏位）摄影时，调整定位环的铅点标志位于 3、6、9、12 点方向。

（2）眼眶侧位摄影时，患者两眼平视，在其前方注视一个固定目标，从侧面观察定位环前切面应与平面垂直，3、9 点重合为一点。观察定位环是否与眼球同步移动，这是达到准确定位的最重要的条件。

（3）坐位摄影时要求两眼向前平视，调整定位环时要注意患者因外伤引起视力障碍而产生的生理反应性斜视。在此情况下，视点调整应放在非患侧眼的前方进行。

（三）巴尔金法定位摄影

1. 眼眶正位（鼻颏位）

【摄影体位】被检者面向坐于立式摄影架前或俯卧于摄影床上，鼻部和下颌颏部贴近探测

板，头颅正中矢状面与探测板垂直且重合中线；听下眶线与探测板呈67°角；鼻根下1 cm处对准探测板中心，两侧上肢屈肘，双手置于平肩高度，保持头部的平稳。

【中心线】经被检查侧眼眶中心垂直射入，摄影距离为60 cm，目的是使巴尔金环影像放大率与测量标尺放大率一致，使其放大率保持在1.05~1.10之间。

【图像显示标准】①两眼眶影像对称显示，两侧颧额缝应包括在图像内，两侧颧额缝连线是判断定位环方向的标志线，以此来校正定位环的位置；②岩骨上缘影像位于眼眶下缘；③定位环位于患侧眼眶正中，无偏斜、变形。

2. 眼眶侧位

【摄影体位】被检者侧坐于立式摄影架前或俯卧于摄影床上，头向对侧旋转；患侧眼眶贴近，头颅矢状面与探测板平行，水平面与探测板垂直，两眼外眦连线对准探测板中心，两眼直视前方。

【中心线】经建健眼球角膜缘水平垂直射入，摄影距离为60 cm，目的是使巴尔金环影像放大率与测量标尺放大率一致，使其放大率保持在1.05~1.10之间。

【图像显示标准】①两眼眶骨壁重叠，前颅凹底线重叠为单线；②定位环呈切线位显示，3、9点的铅点重合为一点；③定位环6、12点连线应通过3、9点的重合点，并与头颅水平线垂直。

（四）异物测量

确定异物在眼眶内的位置，首先要分清是在眼球内还是在眼球外。测量眼内异物的具体方位，除了需要一张标准的定位图像外，还必须正确掌握测量技术。

1. 测量方法 常用的测量方法有两种，即标尺测量法和作图测量法。标尺测量法简便易行，而且测量比较准确，是普遍采用的一种测量方法。

测量用的标尺是根据眼球大小的平均值，加上一定的放大率绘制而成的。测量正位用的标尺，有12个同心圆组成，圆周间距为1 mm，最外缘弧长以10°等分，每30°为一时像。

2. 测量步骤

（1）正位测量：正位测量的方法是：在带有巴尔金环的正位图像上，划出两侧颧额缝的标定线。连接定位环上的3、9点，6、12点连线。两线的交叉点应为眼球的轴心。如果图像定位准确，应具备以下三点：一是对应的定点连线的线段相等；二是两线段应相互垂直交叉；三是两条连线应分别垂直和平行于标定线。若前二条出现误差都需要重新定位，而后一条出现误差可以进行校正，不影响定位的准确性。用标尺可直接测量出异物所在的“时间”方位和距眼轴心的半径距离。

（2）侧位测量：侧位测量的方法是：①在带有巴尔金环的正位图像上，3、9点时像的定位点应重合在一起；②将6、12于3、9点重合点连接成直线，即代表角膜缘平面；③自中心点作角膜缘平面的垂线，即眼球轴线；④用侧位标尺测量只可直接测出异物的深度，而异物至眼球轴线的距离应以正位上异物半径计算，如果异物恰在眼球轴上下垂直面上，可从侧位图像上直接测出异物的位置；⑤如果侧位图像上显示为四个定位点的影像，但位置在同一条直线上，校正后测量，不影响定位的准确性。对于3、9点时象的定位点没有重叠的图像，而又不在同一条直线上，如果误差不大，可以取平均值校正，否则需要从新定位。

眼异物X线检查的目的不仅是为手术摘除异物提供信息，还应考虑对患者视觉功能的保护。因此，眼异物定位必须力争高度精确，以减少手术中的创伤，便于最大限度地恢复和保护视觉功能。

学习笔记

第三节 软X线摄影

软X线摄影是指用管电压在40 kV以下所产生的软X线进行的一种摄影技术，也称软组织摄影。早期开展的软X线摄影有：乳腺摄影、喉部软组织摄影、鼻咽部软组织摄影、四肢部软组织摄影等。喉和鼻咽部软组织摄影，目前多采用高千伏摄影技术，以获得更多的影像信息，现在临床上软X线摄影主要用于乳腺摄影。因此，本节仅介绍乳腺摄影。

一、软X线摄影的基本概念

在40 kV以下管电压所产生的X线，因其能量低、波长较长、穿透物质的能力较弱，故称"软X线"。用这种射线摄影称"软X线摄影"。低能量的软X线，适于原子序数较低的软组织摄影，如乳腺、阴茎、喉侧位等，因而又称"软组织摄影"。

软X线摄影的原理：随着管电压kv值的降低，物质对X线的吸收变为康普顿吸收逐渐减少，光电吸收增加。在光电吸收作用中，光电吸收系数（μ）与原子序数（Z）的4次方成正比。

两种厚度相同仅吸收系数不同的物质，因组织对X线的吸收系数（μ）不同，则X线对比度不同，如表6-1所示，表中的X线对比度Kx值，是以厚度为5 cm的脂肪和肌肉的吸收系数之差计算而得。

表6-1 相同厚度组织对不同能量射线的吸收系数及对比度

管电压（kV）	射线波长（nm）		人体组织吸收系数（μ）		对比度（Kx）
	λ0	λmax	肌肉	脂肪	
20	0.062	0.093	1.9496	1.7423	6.49
25	0.050	0.073	1.0860	0.8660	2.99
30	0.041	0.062	0.7043	0.5725	1.79
35	0.035	0.053	0.5102	0.4231	1.18
40	0.031	0.047	0.4012	0.3393	0.84
45	0.028	0.042	0.3352	0.2889	0.63
50	0.25	0.038	0.2933	0.2563	0.50

通过上面叙述及列表数据分析，可以得出如下结论：

（1）人体结构中，相邻两组织在物理特性（密度、厚度）或化学特性（原子序数）等方面存在一定的差异，是形成图像对比度的基础。

（2）射线对比度的大小取决于射线吸收系数（μ）之差，射线吸收系数除与构成被照体物质的有效原子序数Z有关外，还与被照体物质的密度（ρ）及其作用X线波长（λ）有关，其关系为：

$$\mu=K\lambda^3\cdot Z^4\cdot\rho$$

（3）管电压越低，透过肌肉与脂肪后的X线对比度越大，图像对比度越强，随着管电压的升高，X线对比度明显降低。

（4）当X线的波长在0.093~0.062 nm范围时，肌肉和脂肪之间获得的对比度（Kx）值最大。

二、乳腺摄影 X 线机

乳腺摄影用 X 线机由 X 线发生系统、专用支架、影像检出系统和辅助系统等构成。

（一）X 线发生系统

乳腺专用机、X 线发生系统设计为组合机头方式。

1. **组合机头**　组合机头安装在支架上端，内含高压变压器、整流器和 X 线管等，并充满绝缘油。窗口处设有滤过板和遮线器，是以胸壁边缘中点为基准三边缩进或扩展。并设有可见光照射野预示。

钼靶 X 线管的特点是功率小、焦点小、几何尺寸小、管壳的射线输出部分使用铍窗。钼靶 X 线管也为双焦点，一般分别为 0.1/0.3 mm。旋转阳极转速为 2 800 转/分钟，阳极热容量为 150~300 kHU，管容量 3~4 kW。乳腺 X 线管焦点安置在胸壁正上方。X 线管长轴平行于人体矢状面，阴极在人体的一侧。

近年来乳腺 X 线管开始使用其他阳极靶面材料，如铑或钨靶。铑靶 X 线管阳极热容量较低，不适宜连续工作。一般是将阳极制成钼和铑两种材料的双靶面，根据情况选择使用。

2. **X 线的滤过**　乳腺摄影的总滤过包括组合机头固有滤过和附加滤过。

附加滤过位于组合机头窗口与遮线器之间。新型乳腺机均设有 2~3 种滤过板，电动（或手动）更换。根据乳腺压迫的厚度测量信号或预曝光结果更换使用。现在使用的滤过板有钼、铑、铝等几种，如 30 μm 钼、25 μm 铑或 0.5 mm 铝等。

3. **高压发生部分**

（1）电参数：摄影千伏调节范围：20~40 kV，级差 0.5 kV；毫安调节范围：30~120 mA，4~500 mA；最大输出功率 5 kW 左右。

（2）高压发生器的形式：现在的乳腺摄影机均采用高频逆变升压式高压发生器，工作频率为 20~100 kHz。

4. **自动曝光量控制**　由探测器、控制电路、曝光终止控制等环节构成。有以下几种控制形式：

（1）半自动方式：根据乳腺被压迫后的厚度显示，人工选择 kV 值，靶-滤过板类型，曝光开始后设备自动控制所需的 mAs 值，保证在不同情况下探测器曝光量的一致性。

（2）全自动方式：由乳腺被压迫后的厚度和压力自动控制 kV 值和靶-滤过材料，曝光开始后设备自动控制所需的 mAs 值，保证在各种情况下探测器曝光量的一致性。

（3）预曝光方式：在乳腺被压迫后探测腺体厚度，据此设定条件进行一次 15 毫秒的预曝光。预曝光可以探测乳腺的组织密度，据此修正曝光条件，即 kV、靶-滤过板类型等，进行正式曝光并自动控制所需的 mAs 值，可保证个体差异的病人每次摄影都能得到最好的影像质量。

（二）专用支架

1. **立柱**　用于支持和平衡成像系统；立柱固定于地面，滑架可带动活动支架电动垂直升降约 500~750 mm。

2. **活动支架**　活动支架有直臂和环形支架两种。支架两端分别固定 X 线管组件和摄影平台。两者相对应安置，保持准直，固定的焦-板距离为 650 mm。

（1）直臂：直臂由滑架支持可升降活动，也可在滑架上电动或手动倾斜。

（2）环形支架：圆形臂增加了进行前后倾斜运动，形成三维移动。即垂直升降、同心旋转（相当于 C 形臂的左右旋转）和前后倾斜。

学习笔记

3. 压迫器

(1) 作用：压迫后腺体减薄、密度均匀，可降低摄影条件；使重叠的乳腺结构分离，易于病变显示；使腺体组织固定、防止移动。

(2) 结构和功能：是一均匀且边缘加强的有机玻璃平板，有手动压迫和电动压迫两种形式。电动压迫活动由微机控制，压迫力和压迫厚度均有数字显示。

(三) 影像检出系统

1. 摄影平台 位于活动支架下方，由片盒仓、平台面板、滤线器组成。

(1) 暗盒仓：暗盒仓是摄影平台的结构主体，CR 的成像板盒置于暗盒仓中使用。平板探测器数字摄影系统，平板探测器代替暗盒仓的位置。

乳腺摄影的 IP 板盒有一个长边没有边框，这样 IP 板可以尽量靠近暗盒边缘安置。使用时这个长边朝向受检者胸壁。暗盒设有方向标记，只有方位正确才能置入暗盒仓。

(2) 滤线器：在乳腺摄影中使用滤线栅，以减少散射线的影响，提高影像质量。加压后乳腺厚度小于 40 mm 时，应用滤线栅的效果不显著。乳腺摄影机滤线栅有两种方式。

1) 传统方式滤线器：使用碳基密纹滤线栅，栅密度 36 L/cm，4∶1～6∶1，焦距 650 mm。要求精确、有效地控制滤线栅的活动。

2) 蜂窝状滤线栅：该滤线栅相当于正交的两片平行栅叠加在一起的效果，使所有方向的散射线都被吸收。蜂窝状滤线栅由于两个方向有铅条，不用填充物，提高了有用射线的通过率。

2. 平板探测器 (FPD) 数字摄影出现以后很快用于乳腺摄影，其原理和技术参数见第三章第六节。

(四) 辅助系统

活检装置、数字合成体层成像、计算机辅助检测 (CAD) 系统、放大摄影附件等，可视功能要求不同选择配置。

三、乳腺摄影的原理及特性

(一) 乳房的结构特点

虽然人体的组织结构可用四种主要物质来表示，即气体、脂肪、肌肉和骨组织。气体密度低，骨组织密度最高，肌肉和脂肪界于之间，我们将脂肪、肌肉和皮肤等都称为软组织。

乳房的大体解剖结构包括乳头、乳晕、乳腺叶、输乳小管 (泌乳小管) 和乳房悬韧带等，全部为软组织结构，彼此间密度十分近似，缺乏天然对比。为了增加其对 X 线的吸收差异，获得良好对比度的乳腺结构影像，必须选择软 X 线摄影技术。

(二) 乳腺摄影原理

乳腺 X 线摄影使用钼靶 X 线机，X 线管阳极靶面为钼 (Mo) 制成，可产生软 X 射线，其机架结构按乳腺生理特征设计。

乳腺 X 线摄影机的管电压调节范围为 20~40 kV，当管电压在 35 kV 左右时，钼能产生 K 系特征辐射 (标识辐射)。K 系特征辐射的平均能量为 20 keV，20 keV 的电子能量跃迁时所释放的 X 线波长约 0.063 nm。恰好是软组织摄影所获得 X 线对比度最大的理想波长范围之内。

K 系特征辐射是钼靶产生全部辐射的最强部分，即钼靶 X 线管产生的 X 线能谱中的两个峰值部分，范围较窄，波长恒定，单色性强，适宜乳腺摄影。

为了保证乳腺摄影的成像效果及质量，在数字乳腺成像系统结构中，应具备以下特征：

(1) X 线管焦点应控制在 0.5 mm 以下。

（2）窗口滤过常用0.03 mm钼/0.025 mm铑，以适应不同密度乳腺摄影选择。

（3）滤线栅常用80 LP/cm超密纹栅或高穿透单元滤线栅（HTC）。

（4）实施加压技术。

（5）利用CR系统摄影，必须使用乳腺专用成像板（IP板），IP板盒采用吸收系数较小的材料制成。

（6）数字乳腺成像系统必须采用专用乳腺成像处理软件，影像读取的橡素点应小于100 μm。

（三）相位对比乳腺摄影原理

X线具有波动性，当其穿透物体时会发生振幅衰减和相位移动，前者形成X线的吸收对比，后者形成X线的相位对比。

当X线穿过密度不同组织的边界时发生相位移动，导致了X线的轻微折射。如果使用合理的放大率、选择适当焦点尺寸以及CR的读取精度等，使折射线和正好通过边界的直射线在成像板上得以重合，该边界的投影就能得到更多的剂量。从而使边界影像得到强化，提高了影像的锐利度。

相位对比只有在适当比例的放大摄影且使用适当尺寸的焦点时才能得到合理的利用，使其效能得以发挥。目前的研究结果表明，使用0.1的焦点、1.75倍的放大率是最合适的。在相位对比系统中，将适度放大的图像还原成实体尺寸显示或打印，这相当于像素尺寸的缩小，提高了空间分辨率。

因物–板距较远，通过空隙法可消除散射线，不再使用滤线栅，降低了辐射剂量。

四、乳腺摄影的技术操作

（一）摄影位置

根据乳腺的解剖方位与X线的几何投射方向，乳腺摄影的位置有内外侧斜位（medio–lateral obhgue，MLO）、上下轴位或称头尾位（cranio–caudal，CC）和（medio–lateral，ML），常规采用内外斜位和上下轴位，其中内外斜位能很好地显示乳腺外上象限的组织，此部位是乳腺癌的好发部位。双侧乳腺的体位角度通常相同。

1. 内外侧斜位（MLO）

【摄影体位】

（1）被检者坐于（或立于）乳腺摄影架前，被检一侧肘关节弯曲以松弛胸大肌，旋转被检者使托盘边缘向前承托被检一侧乳腺组织和胸大肌，并向上向外牵拉乳腺，使其尽量离开胸壁以避免组织影像的相互重叠。

（2）使用压迫板经胸前壁向外压迫乳腺，压迫器的上角应稍低于锁骨。

（3）探测板（或IP板）与人体矢状面呈30°~60°角，与胸大肌平行。

【中心线】中心线自被检一侧乳腺的内上方射入，外下方射出。

2. 上下轴位（CC）

【摄影体位】

（1）被检者坐于（或立于）乳腺摄影架前，被检一侧肘关节弯曲以松弛胸大肌，将被检一侧乳腺组织牵拉远离胸壁，使其尽量离开胸壁以避免组织影像的相互重叠。

（2）乳头放在托盘的中心，使其压迫板上下方向压迫被检一侧乳腺，托盘高度应使被检者乳头处于切线位显示为宜。探测板平面与人体水平面平行。

【中心线】中心线自被检一侧乳腺的上方射入，下方射出垂直射入探测板。

学习笔记

3. 内外侧位（ML）

【摄影体位】

（1）被检者坐于（或立于）乳腺摄影架前，X线管与托盘水平方向放置。

（2）被检一侧上肢置于托盘上方，使乳腺外侧紧贴托盘并尽量使腋窝附近部位纳入摄影范围，使乳头处于切线位置。

（3）此位置也可改摄外内侧位（LM）。

【中心线】中心线自被检一侧乳腺的内侧射入，外侧射出垂直射入探测板。

（二）乳腺摄影注意事项

1. 位置选择可能存在盲区 所谓盲区是指所采集的乳腺图像中未能显示的乳腺部分。侧斜位（MLO）的盲区为乳腺的后部内侧，轴位（CC）的盲区为乳腺外侧部，侧位（ML）的盲区为乳腺的内外上部。

2. 侧斜位（MLO）与轴位（CC）没有形成正交 乳腺摄影常规取侧斜位（MLO）和轴位（CC），这两个体位虽易检出病变，但二者没有形成正交，即两个体位不在相互垂直的两个轴向上，对病变定位不利。因此，在发现异常阴影或触摸到肿物时，应加摄辅助位或进行放大摄影。

3. 乳腺的压迫 是获取高质量乳腺图像的重要因素之一，压迫器有多种形状和大小，如长方形、环形或后缘逐渐倾斜的压迫器等，应根据实际情况选择使用。

4. 乳腺图像的标记 乳腺图像的标记十分重要，标记应包括检查号、检查日期、方位（R/L）、医院名称等，标记应远离乳腺，避免与乳腺影像的重叠。

五、乳腺摄影的影像标准

（一）乳腺摄影的诊断学要求

1. 萎缩退化型乳腺的影像诊断学要求

（1）皮下脂肪层可见含有毛孔样结构的网状结缔组织。

（2）腺体退化，大量脂肪取代腺体组织。

2. 腺体型乳腺的影像诊断学要求

（1）可见连续识别的血管走行和皮脂线。

（2）在乳晕区域可见乳腺导管所成的阴影及其成簇的粗的分叶簇。

（3）可见团状腺体（高密度阴影）与脂肪夹杂形成的中间组织。

3. 致密型乳腺的影像诊断学要求 乳腺内大部分为腺体或结缔组织，而脂肪组织含量甚少，表现为一片致密影。

（二）乳腺摄影的影像技术学标准

1. 内外侧斜位（MLO）的影像技术学标准

（1）胸大肌处于正确位置，其下界位于乳头线；乳头无下垂（表明压迫适宜，腺体被分散）。

（2）乳腺下部乳腹沟折叠部分分散且能分辨。

（3）腺体组织清晰显示。

（4）脂肪组织清晰显示。

（5）乳头轮廓清楚呈切线位显示。

（6）乳腺图像影像对称，呈菱形。

（7）影像细节要求：能显示0.2 mm的细小钙化。

2. 上下轴位（CC）的影像技术学标准

（1）在乳腺胸壁侧缘可显示胸大肌。

（2）腺体后的脂肪组织清晰显示。

（3）可见所有中间组织，且清晰显示。

（4）腺体侧面组织影像清晰显示。

（5）乳头位于图像中心横轴线上，沿乳头线可测得组织厚度，头尾的厚度为MLO位的80%，无皮肤皱褶。

（6）双侧乳腺头尾位图像相对放置，则两侧乳腺呈球形。

（7）影像细节要求：能显示0.2 mm的细小钙化。

第四节　放大摄影

一、放大摄影原理

对于常规X线摄影来讲，被照体细微结构的分辨率比较低的主要原因是由于X线管焦点的成像性能比较差以及增感屏–胶片系统的荧光扩散等所致。X线放大摄影是使用微焦点X线管，利用X线束几何投影原理，在提取和传递被照体高频信息（细微结构）的同时，通过高频信息的放大，使之转换为人眼和增感屏容易识别的低频率信息来分析的一种特殊技术。

放大摄影后被照体影像的视觉可见度增加，可显示组织器官的细微结构，如骨骼中的骨小梁、肺部的细小纹理、消化道的细微黏膜结构、造影中的微细血管等。放大摄影根据影像放大的途径可分为间接放大摄影和直接放大摄影。数字X线摄影应用于临床后，由于其图像后处理软件具有图像的缩放和放大镜功能，现已取代了放大摄影。

二、放大摄影的临床应用

正确运用放大摄影技术是摄取优质放大摄影影像的关键，进行放大摄影时应按下列要求进行操作：

（1）X线放大摄影技术是在常规平片摄影的基础上，为进一步观察被摄部位或某一局部的细节时所进行的检查。因此，首先要具备被摄部位的正侧位平片影像，以确定放大部位。

（2）根据X线管焦点尺寸决定放大率。

（3）根据放大率决定被摄体与X线管焦点的距离，在此放置一个专用的或简易的放大平台，将被摄部位放置在平台上，力求固定不动。

（4）为减少辐射剂量，X线放大摄影可以不使用滤线栅。因为被摄体远离，利用空气间隙效应（Groedel）可以减少散射线的影响。

（5）放大摄影时，定位要求严格。应根据临床要求及设备条件，选用不同的定位方法：①解剖学体表标志定位：适用于比较固定而且体表标志明显的组织器官，如四肢、头颅等；②普通X线片定位：先对X线正、侧位图像进行分析，确定要放大部位在体内的深度，然后摆好病人体位，做好体表标记，将X线中心线对准标记处，进行放大摄影；③X线透视定位：利用透视下转动体位的方法确定放大部位，做好体表标记，然后进行放大摄影。

（6）摄影条件选择：X线放大摄影的曝光条件较常规X线摄影要大。

三、放大摄影成像质量分析

放大摄影成像质量涉及X线管焦点的成像质量、影像记录介质（IP板或数字探测平版）

学习笔记

的成像质量以及采用的放大率与影像质量的关系等三个要素。

(1) 放大摄影，由于使用了微焦点，可以在提高成像质量的同时，使高频微细结构显示在人眼和影像记录介质容易识别和记录的范围内，这是放大摄影的两大特点。

(2) 影响成像质量的因素，不仅仅是焦点尺寸，其焦点线量分布形状更具有其重要意义。

(3) 在一定的焦点尺寸下，放大率超过限度将会出现伪影和几何学的放大模糊。为避免伪影和几何学的放大模糊必须使用微焦点或超微焦点以及将放大率控制在允许的范围内。

(4) 实际成像的焦点，是由焦点尺寸及其线量分布等合成的有效焦点，并不一定与标称焦点尺寸一致，一般前者较大。等效焦点尺寸、线量分布形状及其成像质量，可通过星卡测试获得。放大摄影的总体成像质量，可通过焦点的MTF与影像记录介质体系的MTF乘积获得。后者的MTF值通过方波测试卡曝光-微密度计扫描测试。

基于上述分析，在放大摄影前应对所用X线管焦点的成像质量做出定量分析，以便具体掌握该机的放大率和可分辨的被摄体径线的限度。由于放大摄影用X线管老化较快，而焦点对放大影像又有如此重要的影响。因此，必须定期用星卡测试手段对其进行监测。

学习笔记

第七章　医学影像质量管理

第一节　质量管理概述

所谓医学影像全面质量管理，就是全员参与，充分发挥组织管理和专业技术的应用，建立一整套严密完整的质量保证（quality assurance,QA）体系和质量控制（quality control，QC）体系，以达到合理的最低辐射量和最低医疗费用，确保影像质量、机械设备质量、放射防护质量、人员工作质量以及成本管理等处于最佳运动状态。

放射诊断的正确性很大程度上取决于影像质量，而影像形成过程中的每一个环节都存在导致影像质量下降的可能性。影像质量下降的结果是使大量的诊断信息丢失，影响正确诊断。另外，由于医疗照射的不断增加，忽略应有的防护而可能给被检者造成的危害，也日益受到社会各界的关注。加强对被检者的辐射防护，合理使用放射技术，确保影像质量，避免一切不必要的照射已成为影像技术学的重要内容之一。

1982 年世界卫生组织向世界各国推荐的“放射诊断质量保证方案”实施至今，国内外经验已经证明：不论在提高影响质量、降低被检者照射剂量和放置人力物力的浪费等方面均受到了明显的效果。我国卫生部于 1993 年颁布了“医用 X 射线诊断放射卫生防护及影像质量保证管理规定”，明确要求各医疗单位和 X 线诊断科室按照医院管理分级标准要求，建立科间质量保证组织（或设质量保证员），制定本单位的质量保证方案。质量保证方案的实施情况成为医院评审和科室考核的重要依据。

一、质量管理的基本概念

质量管理（quality management，QM）的主要任务是确定 QM 的方针、目标和职责范围，并在质量体系中通过质量策划，QA、QC 和质量改进实施管理职能。但它并不等同于全部的科室管理，因为后者还包括财务、人事、安全等方面的管理内容。由于质量是全部科室管理的中心环节，抓住这个中心环节就能带动科室其他的专业管理。

QA 是 QM 的主要内容，它通过有计划的系统行动，使之在尽可能减少被检者和工作人员的辐射剂量及节省检查费用的前提下，获得稳定的、高质量的图像以满足临床的要求。

QC 是 QM 的另一重要内容，它通过特定的方法和手段，对诊断设备、器材的各种性能和指标进行检测和维修，并对图像制作过程进行监测和加以校正，从而保证获得高质量的图像。

QA 和 QC 均属于 QM 的范围，有密切的关系，但又有一定的分工。

二、质量管理的目标

质量管理的目标是以最小的辐射剂量，获得最佳的影像，实现“代价–危害–利益”三方面的最优化，为临床诊断提供可靠的依据。具体目标是：①全面提高专业技术人员的技术水平；②加强医学影像技术人员之间的横向联系，提高对全面质量管理的认识；③建立设备和各项 X 线检查技术的标准化，明确评价方法，为医学影像学的发展方向做出更加客观、正确

学习笔记

的决策；④通过“代价-危害-利益”的分析，用“经营”的观点来管理放射科。

三、QM的实施要点

1. 建立组织机构 为了有效地开展质量管理工作，必须根据具体情况建立相应规模的QM组织，对基层QM组织人员应包括影像诊断学医师、主管质量工作的技师以及临床工程师（或工程技术人员）。

2. 制定QM计划 QM计划应达到下列目的：①确保影像质量符合临床要求的标准；②确保被检者和工作人员的辐射剂量达到最低水平；③节约支出，从而获得较好的经济效益；④确保有关影像技术质量管理及放射防护的法令、法规的严格执行。

3. QM的具体内容 ①根据岗位责任制的内容，明确各级各类人员的责任分工及职责、权限；②购置新机器设备的程序及验收要求；③机器设备使用期间的监测、维修计划；④各种检查的被检者剂量限值；⑤影像质量标准；⑥对检测结果的评估；⑦QM实施过程中各种记录的保存和各种数据的收集及汇总分析；⑧对有联系的横向工种或部门提供的QM数据进行相关性的考虑，制定QM的具体规定，供科室人员参考；⑨对各类专业人员制定的培训计划，提供培训教材和参考书目；⑩对QM计划实施情况检查和最终评价。

4. 实行以预防为主的全面QM 检查技术的QM是整个QM的一部分，它包括服务质量、机器设备质量、影像质量、诊断质量、放射防护质量以及开支、成本管理等，所以说QM是个整体管理。

第二节 影像质量标准

一、X线影像质量的评价方法

如何评价X线影像质量和进行有效的管理是当前国内外影像学界研究的重要课题。

（一）主观评价法

主观评价法（subjective evaluation）是属于心理属性的。1938年Heilron提出的金属网测试法开始，至90年代出现的模糊数学评价法，国内外有关学者做了大量的研究，根据其研究成果分为3种类型：

1. Bureger评价法 1949年由Bureger提出，亦称对比度清晰度曲线图法。属于这一类型的还有金属网测定法以及至今仍经常使用的解像力（resolving power）法。其特点是以人的视觉所能分辨清楚的影像细节来对影像质量进行评价，这是一种主观的数值评价法，其优点是简便易行；缺点是仅是一个数值评价法，因人而异，不全面。

2. ROC曲线法 1960年由Lusted在放射诊断范畴内提出ROC曲线（receiver operating characteristic curve）方法，而完成这一方法的是1970年初芝加哥大学Rossmann、Godenough、Metz等学者。这一方法是以通讯工程学中的信号检出理论（signal detection theory，SDT）为基础，以心理临床评价的受薪者操作特性曲线的解析和数理统计处理为手段的评价法。ROC曲线已比较广泛的应用于X线诊断工作中，它可以对几种检查方法进行比较，如诊断肺癌的放大摄影和体层摄影，可利用ROC曲线选择出效果较好的方法；也可研究放射科的医生在诊断方面的准确程度等。

3. 模糊数学评价法 1965年美国学者扎德（Zader）提出，由模糊集合代替经典集合的新数学方法——模糊数学。90年代，国际放射技术界将模糊数学应用于像质评价，日本的山下

一也等学者发表了不少这类论文，我国应用模糊数学评价像质的研究也已有成果出现。

（二）客观评价法

影像质量的客观评价法（objective evaluation）是指用构成影像中的一些物理属性的特性量来进行测定的评价方法，主要的方法有二：一是用调制传递函数（modulation transfer function，MTF）来评价影像的锐利度（清晰度）的方法；二是用威纳频谱（Wiener spectrum，WS）来评价影像的粒状性的方法。

1. **MTF 法**　MTF 法是 1946 年法国的 Duffieux 以傅立叶变换的数学手段，用光学传递函数（optical transfer function，OTF）来评价影像质量。1962 年国际放射技术界将 OTF 引入 X 线成像系统，并借用通讯技术中的“调制”概念，用 MTF 法来评价影像质量。现在国际放射技术界已把 MTF 法作为评价影像质量的主要方法之一。

2. **WS 法**　WS 法是以 1963 年首先由美国的学者 Rossmann 发表的 X 线照片斑点（mottle）研究论文为标志的，他提出平方根值粒状度，用 WS 法来定量地测定 X 线照片粒状性。70 年代出现稀土增感屏后，日本的高野正雄对不同种类的增感屏与 X 线探测板形成的 X 线照片斑点进行了定量测定，X 线照片斑点影响诊断的问题引起了学者们的关注，并注意研究控制 X 线照片斑点的问题，1990 年引入我国的美国柯达公司研制的 T 颗粒技术就是一个典例。

在这里特别值得一提的是：我国放射技术工作者于 90 年代初研究的“优质 X 线影像密度标准”的内容，既符合国情，又很有临床应用价值，这一用密度计测量影像密度值来评价优质 X 线影像的客观标准，得到了国内放射界的认可；它克服了以往对 X 线影像质量优劣的评估都以主观视觉评定为主的问题。

（三）综合评价影像质量的研究

综合评价影像质量的研究是指：将主观和客观两种评价影像质量的方法有机地结合起来，再根据诊断要求以及被检者首建的必须剂量要求综合评价影像质量的方法。按照放射诊断质量保证（quality assurance,QA）和质量控制（quality control，QC）的术语叙述为：以诊断要求为依据，用物理参量为客观评价手段，再以能满足诊断要求成像的技术条件作保证，三者有机结合，而且尽量减少被检者受检剂量的综合评价影像质量方法。这一课题国际上尚无统一的评价方法；但欧共体在 1989 年发布了放射诊断影像质量的评价标准，现在又对影像质量的评价标准又进行了改进。这种综合评价方法，具有可操作性，很有借鉴价值。

二、常规 X 线影像质量标准

常规 X 线影像质量标准由影像显示标准、重要的影像细节、体位显示标准、成像技术标准、受检者剂量标准和数字图像特定解剖点的密度标准范围六部分组成。

（一）诊断学要求

1. **影像显示标准**　影像显示标准是指数字影像上能显示特别重要的解剖结构和细节，并用可见程度来表征其性质。可见程度的表征可分三级：①隐约可见：解剖学结构可探知，但细节未显示，只有特征可见；②可见：解剖学结构的细节可见，但不能清晰辨认，即细节显示；③清晰可见：解剖学结构的细节能清晰辨认，即细节清晰。以上规定的解剖学结构和细节能在数字图像上看到，从而有助于准确的诊断。这取决于正确的体位设计、病人的配合以及成像系统的技术性能。

2. **重要的影像细节**　是在数字图像上应显示的重要解剖学细节，它提供了最小尺寸的定量信息，这些细节也许是病理性的，也可能是不存在的。

学习笔记

3. 体位显示标准 体位显示标准以相应摄影位置的体位显示标准为依据。

4. 成像技术标准 这里给出的成像技术标准是较为合理的组合，推荐的意义在于摄影设备的不同，在成像中未能满足其中一些要求时，以此来知道如何加以改进和提高，成像技术条件的参数有：摄影设备、标称焦点、管电压、总滤过、滤线栅比、量子检出率、摄影距离、自动曝光控制探测野、曝光时间、防护屏蔽共十项。

5. 受检者剂量标准 受检者剂量标准在这里提供各种摄影类型的标准体型下，病人体表入射剂量的参与值。

6. 数字图像特定解剖点的密度标准范围 密度是构成影像的基础，对比度是影像形成的本质，本文中设定的不同部位特定解剖点的密度范围，作为定量评价影像质量标准的参考值。

（二）标准影像应遵守的一般规则

该规则适用于对人体各部位影像质量的评价，包括：①影像显示能满足诊断学要求；②影像注释完整、无误；③无任何技术操作缺陷；④照射野控制适当；⑤影像整体布局美观、无影像变形；⑥对检查部位之外的辐射敏感组织和器官应尽可能加以屏蔽；⑦影像观察诊断的密度范围控制在0.25~2.0之间。

三、常见部位的影像质量标准

（一）胸部正位的影像质量标准

1.诊断学要求标准 肺门阴影结构可辨；肺纹理自肺门向肺野外带能连续追踪，锁骨下密度易于肺纹理的追踪；乳房阴影内可追踪到肺纹理；左心影内可分辨出肺纹理；左上肺动脉分支、右下肺动脉边缘、主动脉弓的边缘清晰可见；似可见与肺静脉交叉的支气管透亮区；主气管边界、气管分叉清晰可见；可见奇静脉弓部；左右主支气管下缘可追踪到与心脏阴影相重叠的血管影；可追踪到与横膈重叠的血管影；纵隔阴影清晰显示。

2. 影像细节显示 在胸部正位图像上能显示追踪到直径在1 mm以下的末梢血管影。

3. 体位显示标准 肺尖充分显示；肩胛骨投影于肺野之外；两侧胸锁关节对称；膈肌包括完全，且边缘锐利；心脏、纵隔边缘清晰锐利；肋骨、锁骨骨棱、心脏与横膈边缘清晰锐利；整体影像的对比度柔和匹配；肩胛骨与侧方向重叠的肋骨处于可见范围；肩胛骨下方的软组织颗粒性良好，未见颗粒性斑点；脂肪线可见。

4. 成像技术标准 带滤线栅的立式摄影架；标称焦点≤1.3 mm；管电压取100~125 kV；总滤过≥3.0 mmAl当量；滤线栅栅比≥10:1，40条/cm；量子检出率≥50%、空间分辨率：2.5~3.6 LP/mm；摄影距离180 cm；采用自动控制曝光（AEC），选择中心或两上探测野；曝光时间<20毫秒;标准防护屏蔽。

5. 受检者辐射剂量标准 成人标准体型的体表入射剂量<0.3 mGy。

6. 物理学评价标准

（1）影像密度标准范围：肺野第2前肋间最高密度为1.70±0.05，下肺野外带1.13±0.04，肺门密度（背景均匀无骨骼重叠处）为0.75±0.05，左上肺动脉分支处1.13±0.04，主气管0.62±0.03，支气管分叉0.44±0.02，肺周边密度为0.65±0.05，心影部密度（左心影内肺纹理处）为0.40±0.02，膈下部密度（肝肺重叠部）为0.35±0.02。

（2）对比度：肺野（最高密度）与肺门的对比度为0.8±0.15，气管（透亮区）与附近纵隔的对比度大于0.05，肺野（最高密度）与气管分叉下纵隔的对比度为1.30±0.15，肺野（最高密度）与邻近肋骨的对比度为0.30±0.10。

（3）锐利度：肋骨、锁骨骨棱、心脏与横膈边缘清晰锐利；肺纹理边界清晰。

学习笔记

（4）颗粒度：肩胛骨下方软组织无颗粒状阴影，即无照片斑点影。

（二）腰椎侧位的影像质量标准

1. **诊断学要求标准**　椎体骨皮质和骨小梁清晰可见，椎弓根、椎间孔和邻近软组织可见，椎间关节、腰骶关节和棘突可见，影像细节显示指标为 0.5 mm。

2. **体位显示标准**　图像包括第 11 胸椎至第 2 骶椎骨及部分软组织，腰椎椎体各缘无双边影显示，腰骶关节可见。

3. **成像技术标准**　滤线栅的栅比≥10:1，40 条/cm；标称焦点值≤1.3 mm，管电压 70~85 kV，曝光时间 < 1000 毫秒，X 线管总滤过≥3.0 Al 当量，焦–板距为 100~120 cm，对男性被检者采取适当的生殖腺屏蔽。

4. **受检者剂量标准**　< 30 mGy。

5. **影像密度标准范围**　第 3 腰椎正中为 1.0~1.3，第 3、4 腰椎棘突正中为 1.0~1.4，腰骶关节重点为 0.55~0.7。

（三）膝关节前后正位的影像质量标准

1. **诊断学要求标准**　股骨远端及胫骨近端骨小梁清晰可见，膝关节周围软组织可见，髌骨隐约可见，影像细节显示指标为 0.3~0.5 mm。

2. **体位显示标准**　图像包括股骨远端、胫骨近端及其周围软组织，关节面于图像正中显示，关节间隙内外两侧等距，腓骨小头与胫骨仅有小部分重叠（约为腓骨小头的 1/3）。

3. **成像技术标准**　滤线栅的栅比≥10:1，40 条/cm；标称焦点值≤0.6 mm，管电压 50~60 kV，曝光时间 < 200 毫秒，X 线管总滤过≥2.5 Al 当量，焦–板距为 100~120 cm。

4. **受检者剂量标准**　< 1.0 mGy。

5. **影像密度标准范围**　软组织（腓骨小头旁）为 1.7~1.8，关节内、外侧腔隙为 0.9~1.1，股骨骨皮质为 0.4~0.5，股骨与髌骨重叠区中心点为 0.4~0.5，胫骨上端中心为 0.55~0.65。

（四）乳腺内外侧斜位的影像质量标准

1. **诊断学要求标准**　胸大肌的角度正确，乳房下角可见，上外侧腺体组织清晰显示，腺体后脂肪组织清晰可见，乳头的整个轮廓清晰地位于乳腺组织之上，标记指示清楚，看不到皮肤褶皱，左右乳腺影像对称，皮肤轮廓影可见，可见透过最密集实质的脉管结构显示，所有脉管、纤维束和胸大肌边缘均清晰显示，沿胸大肌的皮肤结构清晰显示，重要影像细节显示微小钙化为 0.2 mm。

2. **成像技术标准**　摄影装置为乳腺专用钼靶 X 线机，专用活动标滤线栅的栅比 5:1，称焦点值 0.3 mm，管电压 28 kV，曝光时间 < 2 秒，X 线管总滤过 0.5 Al 当量，焦–板距为 100~120 cm。使用乳腺专用成像板（IP 板）和专用乳腺成像处理软件，影像读取的橡素点应小于 100 μm。乳腺应加压到患者能够承受的最大限度为止。

3. **受检者剂量标准**　< 10 mGy。

第三节　影像质量保证与控制

一、影像质量保证与控制的临床意义

（一）影像质量保证的临床意义

影像质量保证（QA）是一个整体性的概念，它包含着由放射医师、技师、物理师所制定

学习笔记

的管理计划的实施；必须确保以下工作的实施：①每一个成像步骤都是符合当前临床医疗活动需要的、适宜的；②摄取的影像必须包含解决临床医疗活动问题所必需的信息；③记录的信息能得到正确的解释（诊断报告准确），并被患者的主管医师及时利用；④尽可能低的辐射剂量、费用和减少给患者造成的不便，来获得检查结果。

影像质量保证（QA）程序应包括许多方面，如功效研究、继续教育、质量控制、防护性维护和设备校准。QA程序的首要任务是建立一个组织，如质量保证委员会或小组，该组织负责QA程序的整体规划、设定目标和方向、解决政策以及评估QA活动的效用。QA小组应包括放射医师、医学物理师、负责摄影工作的放射技师和护理患者前来摄影检查的其他科室人员。总之，只要有助于患者成像或诊断检查的任何人，由于他们的努力会对患者的护理质量和满意度产生积极影响，都应看做是QA小组成员。

（二）影像质量控制的临床意义

影像质量控制（QC）是质量保证的一个完整部分，是一系列独立的技术步骤，以确保高质量诊断影像的获取。质量控制包括以下步骤：①验收检测（新安装或经过大修的设备的检测）；②设备基准性能的建立；③在影响放射诊断以前设备性能改变的判断；④设备性能劣化原因以及校正的核实。影像质量控制的意义在于将一些与设备有关的故障在对临床影像产生影响之前就将其检测出来，并予以纠正。

二、放射技师执行的质量控制

从实际工作的角度讲，可以将质量控制定义为设备性能的检测和校正的日常工作和解释。由于放射技师每天接触他们使用的影像设备，因而就成为对付潜在故障的第一道防线。学习本节内容的目的是提供一种有效的、以执行的检测和识别影像质量的方法，使得放射技师能够在这些故障对患者的影像检查产生影像之前将其排除。X线摄影的质量控制检测项目最低频率如下：

（一）放射技师检测项目及其检测最低频率

检测项目	检测最低频率
激光打印机清洁	每天
医用显示器	每天
数字采集平板清洁	每天
设备可视性检查	每月
重作图像采集原因分析	每季
模体影像（乳腺摄影用）	每周
压迫（乳腺摄影用）	每半年

（二）医学物理师检测项目及其检测最低频率

检测项目	检测最低频率
数字X线成像系统的评估	每年
准直评估	每年
系统分辨率评估	每年
AEC系统的性能评估	每年
kV精度及重复性评估	每年

线束质量评估	每年
照射剂量和 AEC 重复性评估	每年
影像质量评价	每年
伪影评估	每年
平均腺体剂量	每年
医用显示器刷新率和亮度评估	每年
辐射输出率	每年
数字采集平板性能评估	每季

（三）质量控制的检测内容

1. 设备可视性检查

（1）目的：为确保数字 X 线成像系统的指示灯、显示、机械锁和制动器等部件工作正常，以及设备的机械性和稳定性处于最佳状态。

（2）频率：此项检测每月进行一次，或在对成像系统进行维护和保养后进行。

2. 数字采集平板性能检测

（1）目的：为确保数字采集平板性能和稳定性处于最佳状态。

（2）频率：此项检测每季进行一次，同时对数字采集平板进行校正。

3. kV 精度、照射剂量和 AEC 性能检测

（1）目的：确保数字 X 线成像系统输出剂量的准确性，以保证数字图像的质量。

（2）频率：此项检测每年进行一次，同时对数字采集系统的软、硬件进行校准。

4. 压迫（乳腺摄影用）

（1）目的：确保乳腺摄影系统在手动和电动的模式下，都能提供足够的压力，而且不允许压力过大。适当的压迫对保证高质量的乳腺摄影是很重要的。压迫减少了射线穿透的组织厚度，这样在减少乳腺所受曝光量的同时，也减少了散射线，提高了组织对比度。压迫使乳腺厚度减少。增加了影像的锐利度，因而也使患者移动引起的组织的模糊度降到最低。另外，压迫使乳腺组织更均匀，图像的密度更均匀，从而有利于诊断。

（2）频率：这一检测应在最初安装时做，以后每 6 个月做 1 次，当有问题时立即减少压力。

5. 模体影像（乳腺摄影用）

（1）目的：确保与乳腺摄影设备有关的图像密度、对比度、均匀性和影像质量保持在理想状态。

（2）频率：应在乳腺成像设备校准后再进行该项检测来建立基线标准；其次，该检测应至少每月进行一次。在设备维修滞后、更换 IP 板（CR）后或是任何怀疑乳腺影像质量发生变化的情况下都应进行该项检测。

（四）质量控制方法

1. 集体创造性思维 质量管理的概念必须建立在全面、全员、全过程基础之上。因此，推进质量管理方案的第一要素就是全员集体创造性地思维归纳。其目的就是将多数意见进行集中、总结，进行大量积累之后，做出新的总结性意见。在集体创造性思维过程中，参加者不宜太多，否则意见难以集中，还要注意对每一个提出的对策、意见都要留心，也许小的意见可能是大的启发。

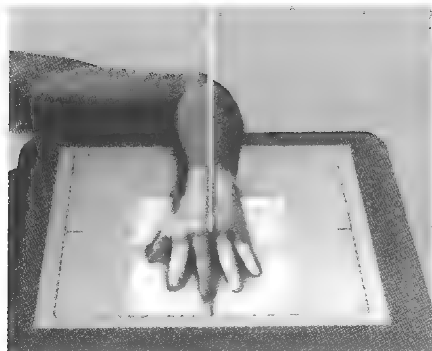
学习笔记

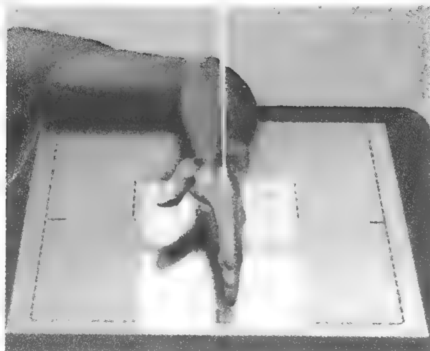
2. **主次因素图** 主次因素图也称之为排列图，是将产生质量不良因素（摄影条件不当、体位不正、体外异物、伪影等）的数目以及状况或原因等项目进行分类，以便使问题的重点明确。

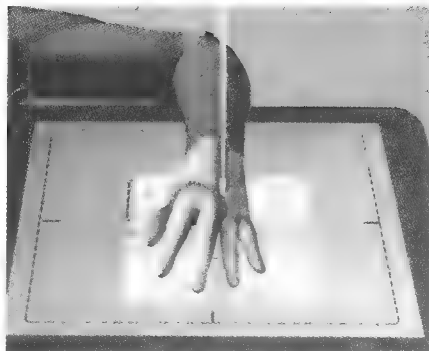
3. **因果关系图** 在推行质量管理的过程中，除上述激励理性思维之外，还要习惯于应用各种管理图表来表示问题存在和改善的效果。

4. **管理控制图** 管理控制图是在影像质量管理的实践中，应用最多的一种管理图。控制图使用的目的是按时间顺序将数据上交QC小组或QC技师。根据数值的变动，描绘管理图的数据点，以便及早发现异常情况；在管理界限内的数值的变动是容许的，有些是偶然的。但有些可能是判断异常情况的线索，不容忽视；如果异常数据出现，在管理界限范围（±3H）外的频率次数占3‰的话，则说明有可能出现异常情况。管理控制图适用于自动冲洗机药液管理和X线机输出稳定性的管理。

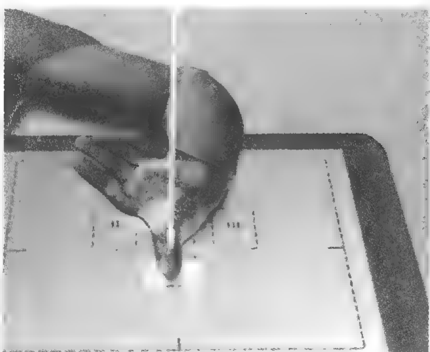
附录：数字 X 线摄影体位图

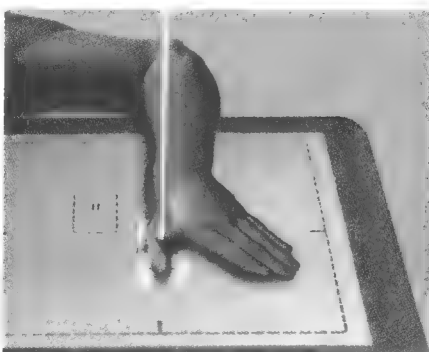

手正位

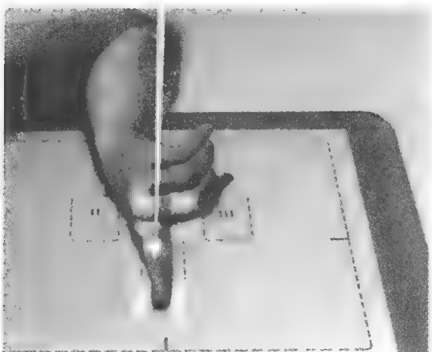

手侧位

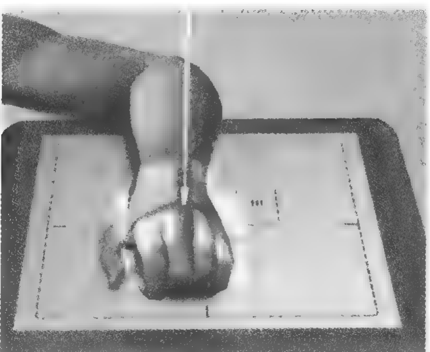

手后前斜位

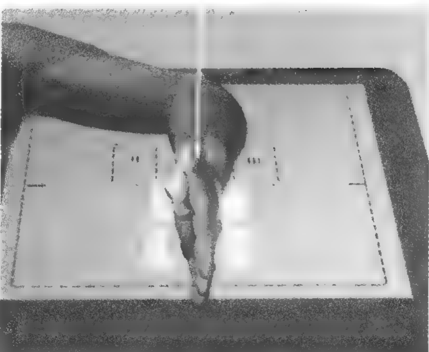

手前后斜位

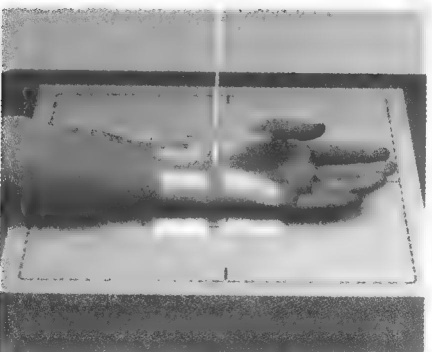

拇指正位

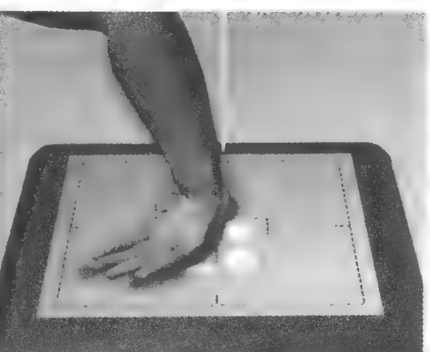

拇指侧位

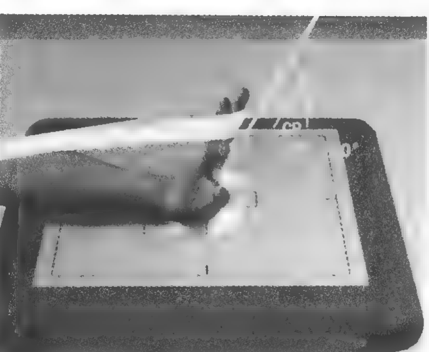

食指侧位

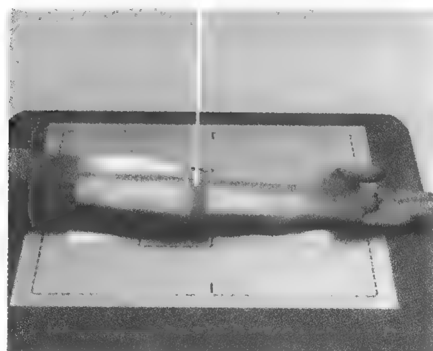

腕关节后前位

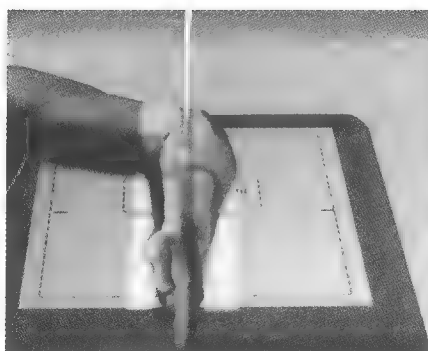

腕关节侧位

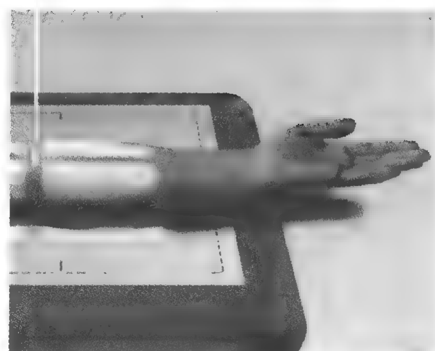

腕关节前后位

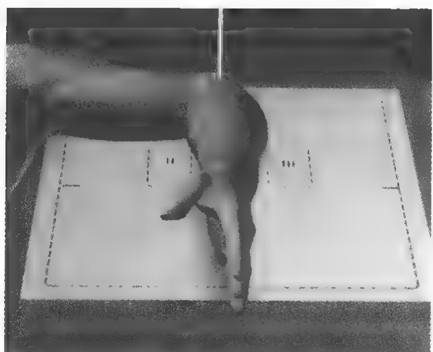

腕关节轴位1


腕关节轴位2


尺桡骨前后位

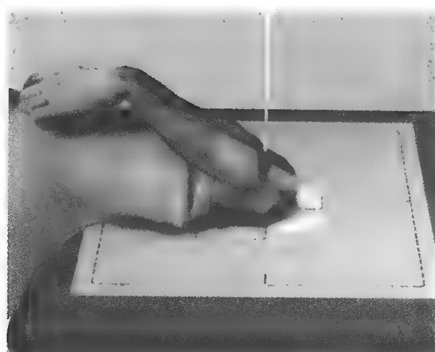

尺桡骨侧位

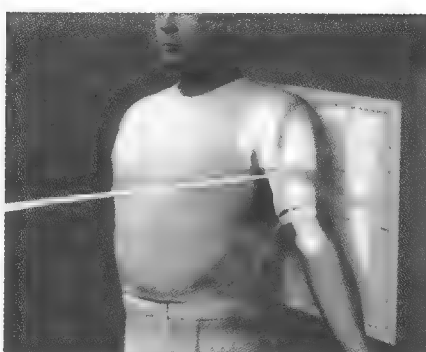

肘关节前后位


肘关节侧位


肘关节屈曲前后位

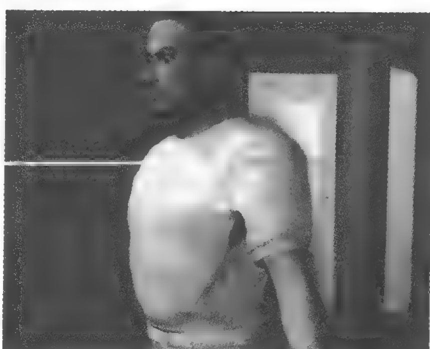

肘关节屈曲前后位2

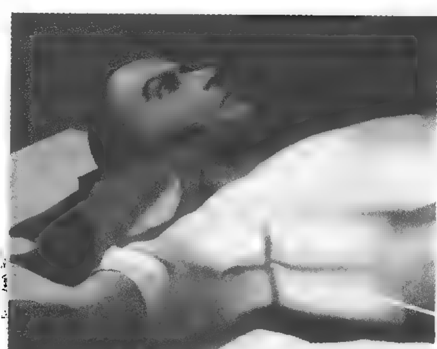

肘关节轴位


肱骨前后位


肱骨侧位


肱骨上段穿胸侧位

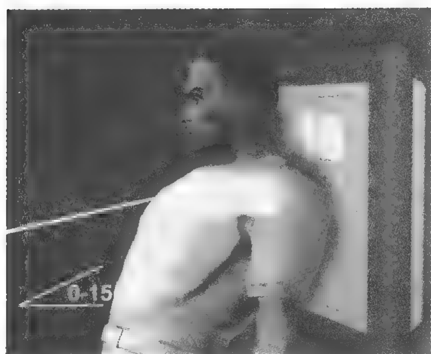

肩关节前后位


肩关节轴位

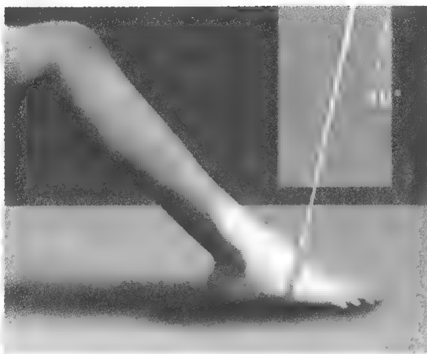

肩胛骨前后位

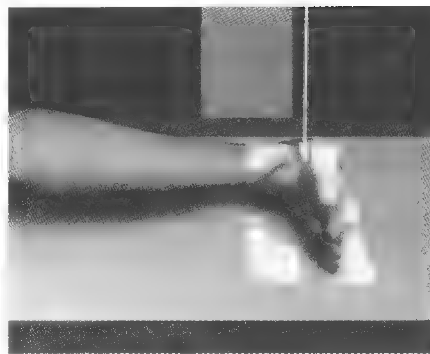

肩胛骨侧位

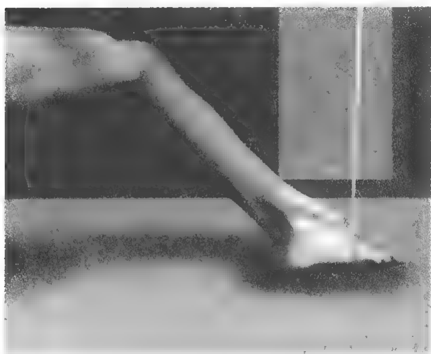

锁骨后前位

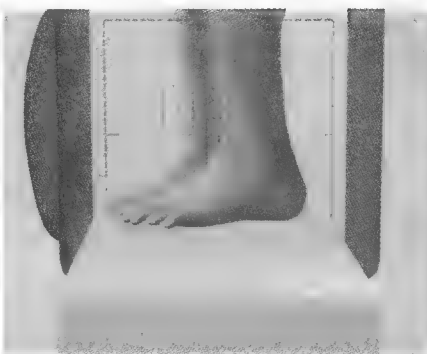


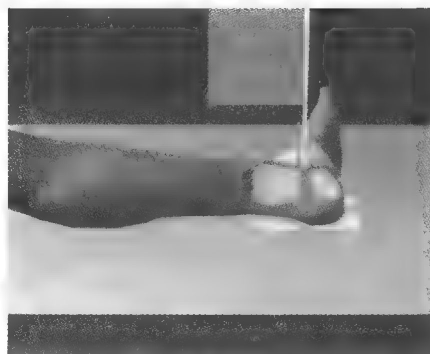
锁骨轴位


足正位


足侧位


足内斜位

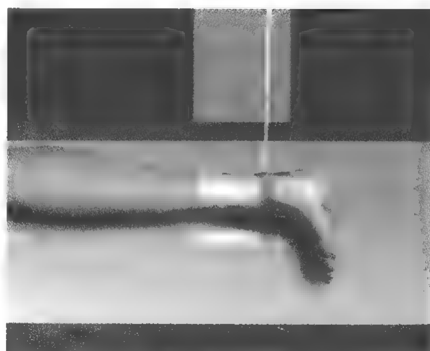

足弓负重侧位

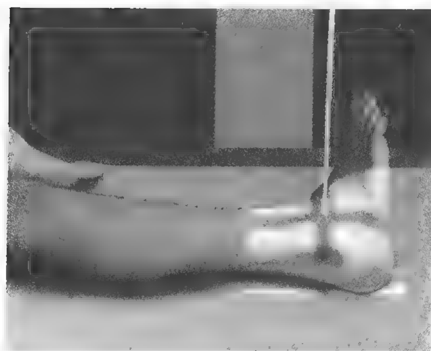

跟骨侧位

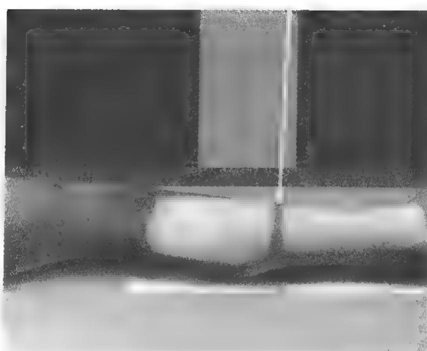


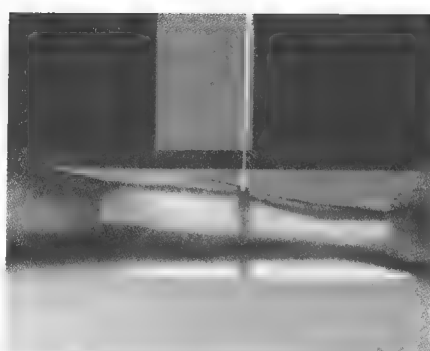
跟骨轴位

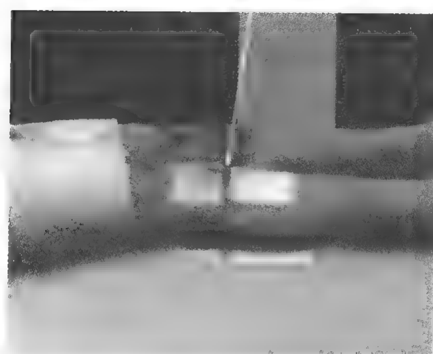

踝关节正位

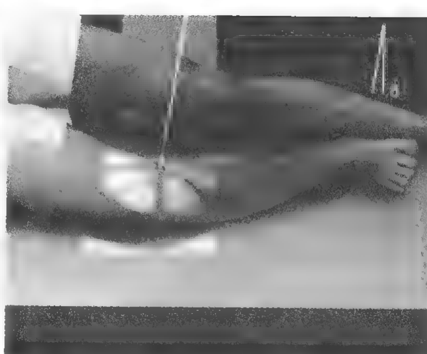

踝关节侧位

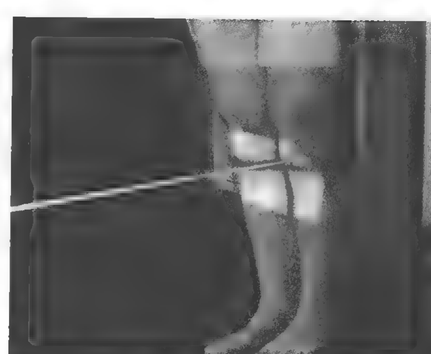

踝关节内斜位

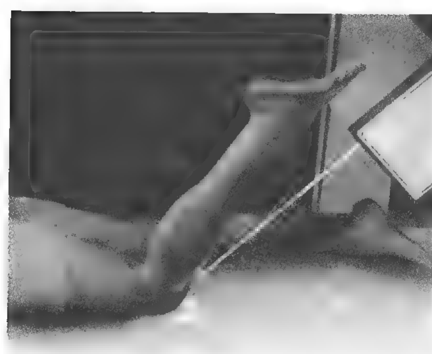

胫腓骨正位

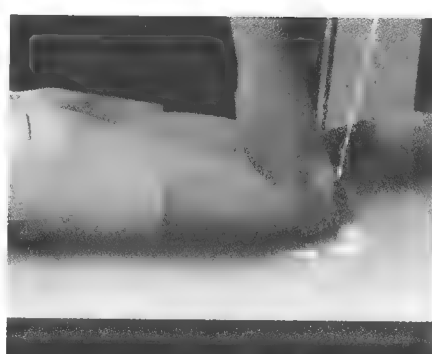

胫腓骨侧位

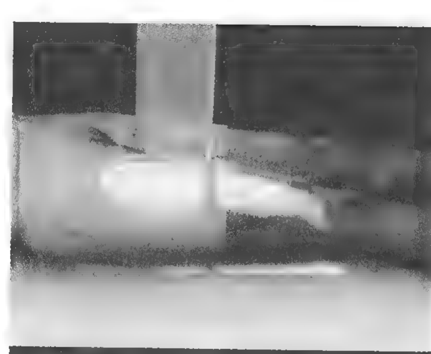

膝关节正位

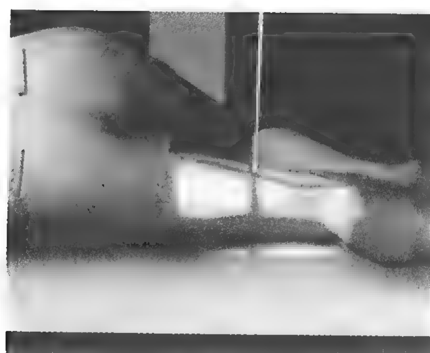

膝关节侧位

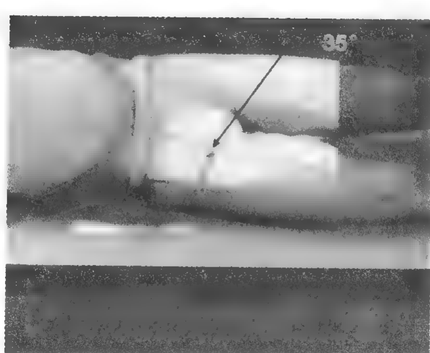

膝关节负重前后位


髌骨轴位1


髌骨轴位2

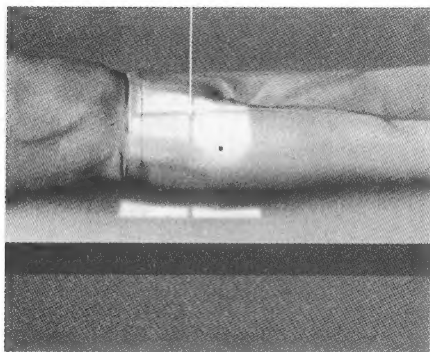

股骨前后位

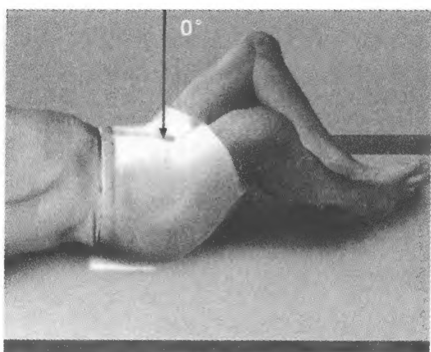

股骨侧位



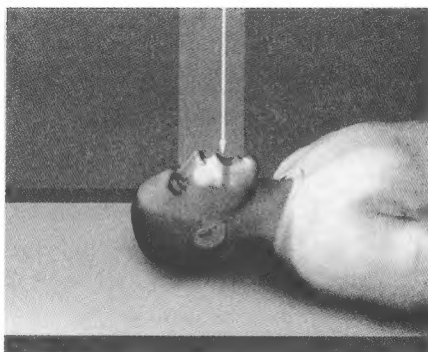
股骨颈侧位

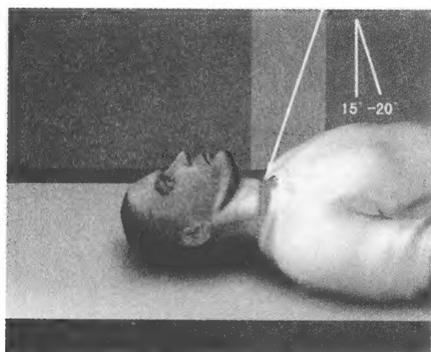

股骨颈水平侧位


髋关节正位



蛙式位


第1、2颈椎张口位

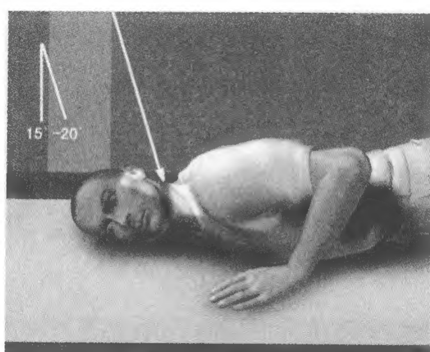


第3~7颈椎卧位前后位


颈椎侧位

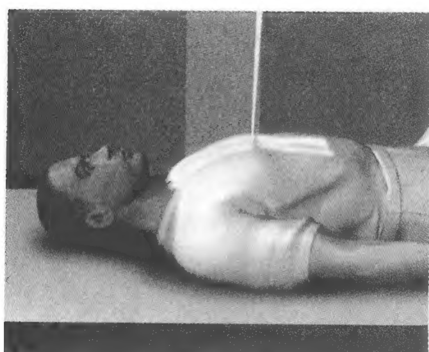

颈椎过曲位

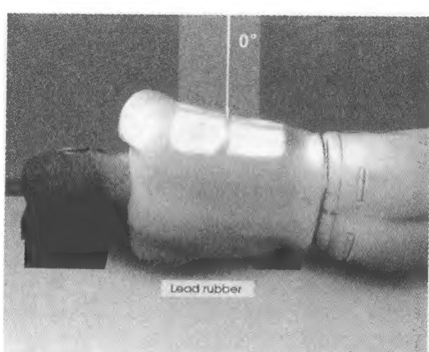

颈椎过伸位



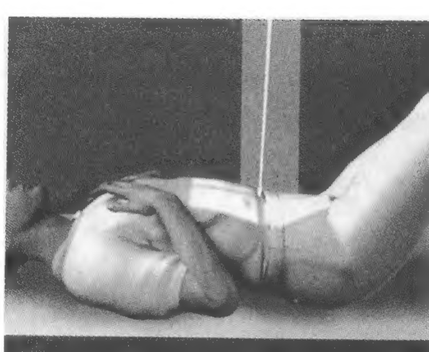
颈椎斜位

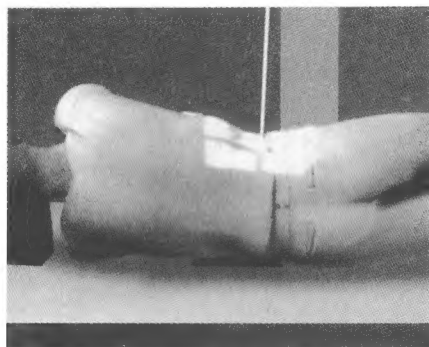

颈胸段侧位

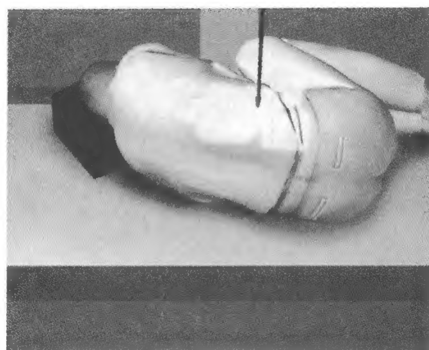

胸椎正位

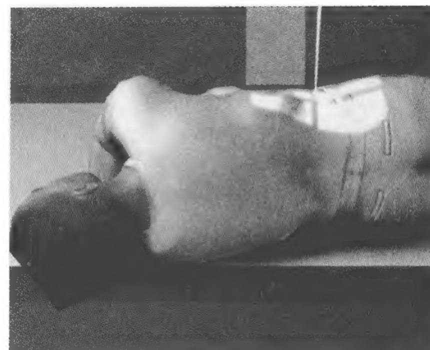


胸椎侧位

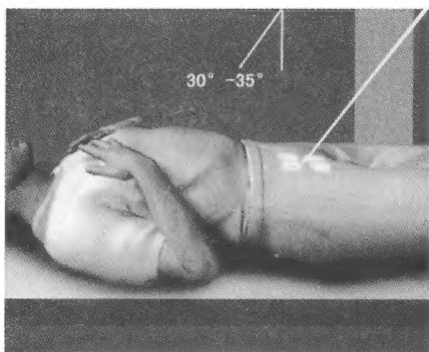

腰椎正位


腰椎侧位

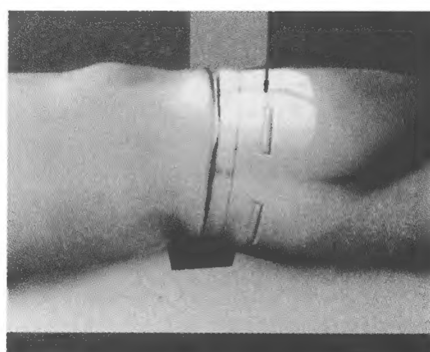

腰椎过曲位

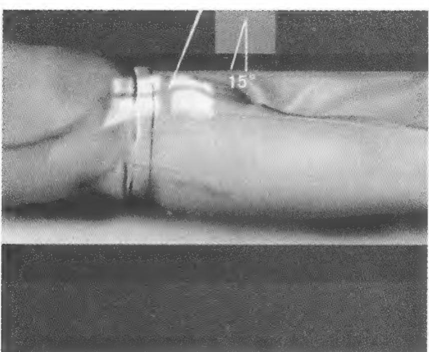

腰椎过伸位


腰椎斜位

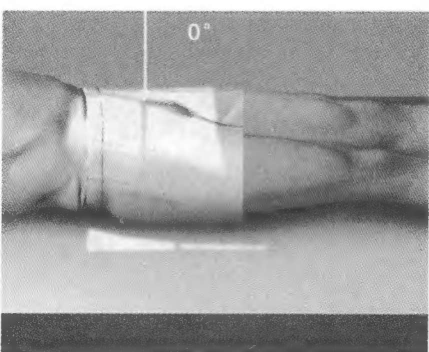


骶骨前后位

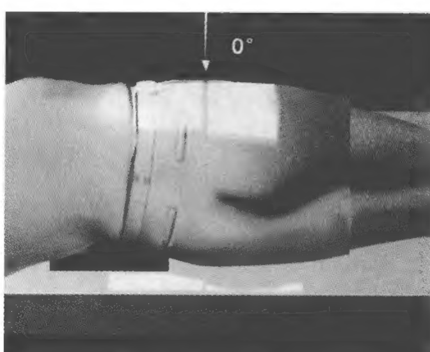

骶尾椎侧位



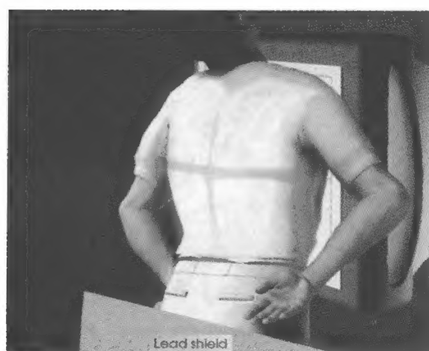
骶髂关节正位



骨盆正位



骨盆侧位



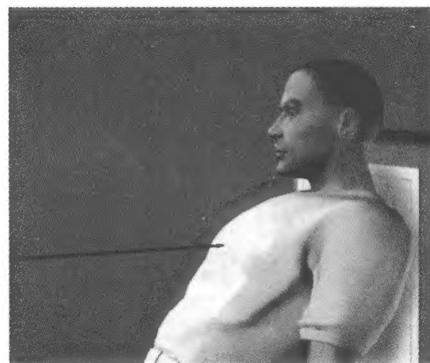
胸部后前位


胸部左侧位

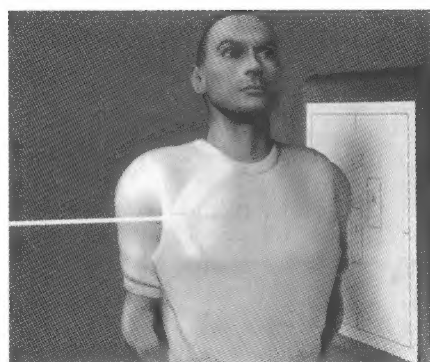

胸部右侧位

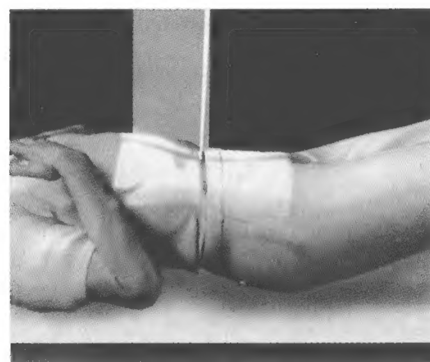

胸部左前斜位

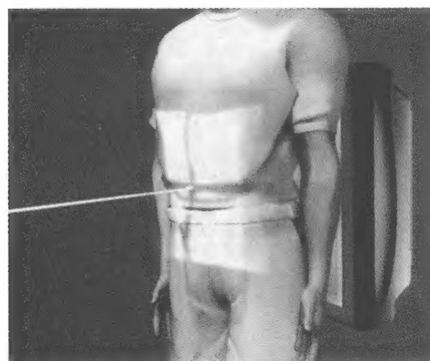

胸部右前斜位


胸部前弓位

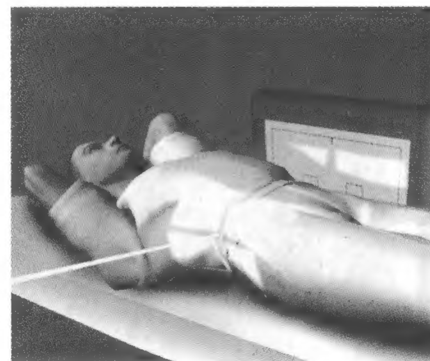

胸锁关节后前位

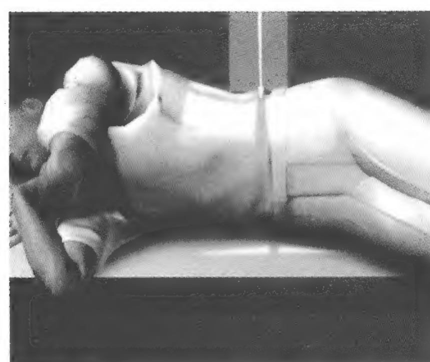

胸骨侧位

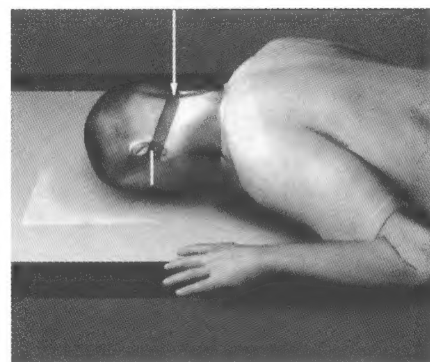

腹部卧位前后位


腹部立位前后位


腹部水平前后位

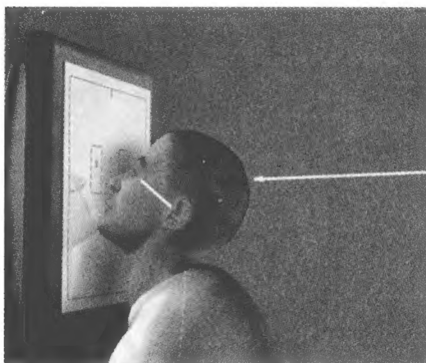

腹部水平侧位

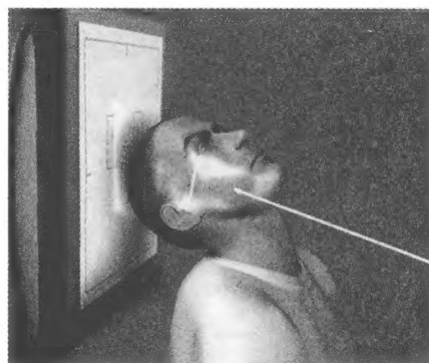

腹部侧位

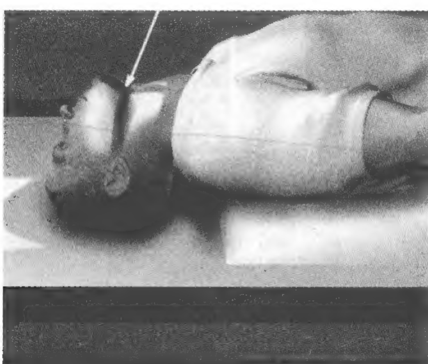

头颅后前位

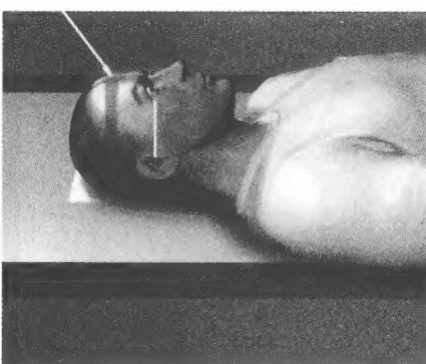

头颅侧位

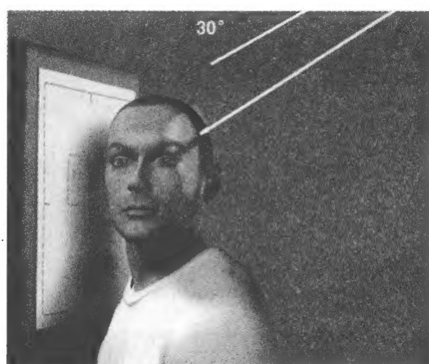

鼻骨侧位


立位华氏位

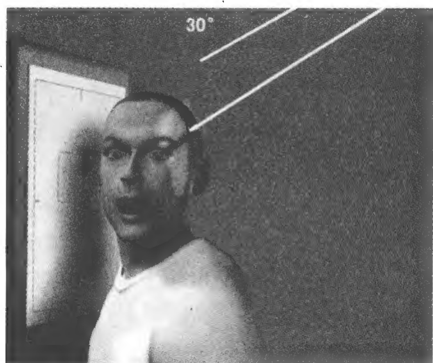

立位颅底位


颅底位

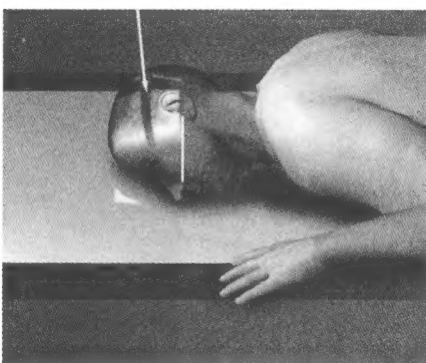

汤氏位



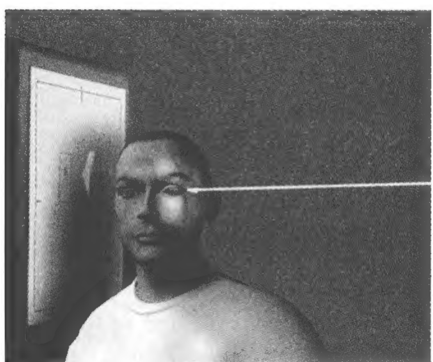
颞下颌关节闭口位



颞下颌关节张口位


视神经孔位


眼眶后前位


眼眶侧位



下颌骨侧位